# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE CONTADURÍA Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

# “MODELO DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DEL SUMINISTRO COMPROMETIDO EN BAJA TENSIÓN EN LA ZONA ZAMORA”

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

“MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN”

PRESENTA

ING. ROBERTO TORRES TINOCO

DIRECTOR DE TESIS

DR. FEDERICO GONZÁLEZ SANTOYO

MORELIA, MICHOACÁN SEPTIEMBRE DE 2008

## CONTENIDO

Índice de Tablas y Cuadros ...…….…….…….....I
Relación de Tablas ...…….……..…..……..….I
Relación de Figuras ...……...……..….II
Siglas y Abreviaturas ...……VII
Glosario …...…….....X
Resumen...…..……..XVI
Abstract……..XVII
Introducción …….XVIII

Preguntas de la Investigación……..1
Definición del Problema de Investigación.....……1
Justificación e Importancia del Estudio.....……2
Hipótesis General……...7
Hipótesis Especifica……...7
Diagrama Específico de Variables……10
Definición Operacional de Variables……13
Objetivo General……..13
Objetivos Específicos……..14

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1 Los Precursores de la Calidad……16
1.2 Walter A. Shewhart……16
1.2.1 Control Estadístico de Procesos……..16
1.2.2 La Mejora Retroalimentada……...17
1.2.3 El Ciclo PDSA……17
1.3 W. Eduardo Deming……..……18
1.3.1 La Perspectiva Sistemática……...18
1.3.2 Promoción del Ciclo de Shewhart……...19
1.3.3 El Sistema de Conocimiento Profundo……19
1.3.4 Los 14 Puntos de Deming……20
1.3.5 Las Cinco Enfermedades Mortales……..22

1.4 Joseph M. Juran……...….22
1.4.1 Conceptos Sobre la Calidad y su Gestión……..22
1.4.2 La Trilogía de la Calidad……21
1.4.3 Los Costos de la Calidad……..24
1.4.4 Los 10 Pasos de Juran……..25
1.4.5 La Organización y el Cliente……26
1.5 Kaoru Ishikawa……..26
1.5.1 El Diagrama de Causa y Efecto y Otras Contribuciones….26
1.6 Gen'ichi Taguchi……27
1.6.1 La Función de Pérdida y el Concepto de Calidad……27
1.6.2 Importancia del Diseño Robusto……..28
1.7 Armand Vallin Feigenbaum……29
1.7.1 Ideas Originales……..29
1.7.2 El Decálogo de Feigenbaum……30
1.8 Philip Bayard Crosby……30
1.8.1 Concepto de la Calidad……31
1.8.2 Los 14 Pasos de Crosby……...31
1.8.3 De la Cultura a los Procesos……32
1.9 Un Cuerpo Integrado de Valores y Herramientas……32
1.10 Norma ISO 9001……..34
1.10.1 Generalidades de Medición, Análisis y Mejora……..…..35
1.10.2 Satisfacción del Cliente……...35
1.10.3 Auditoría Interna……...35
1.10.4 Mejora Continua……36
1.10.5 Acción Correctiva……36
1.10.6 Acción Preventiva……36
1.11 Seis Sigma……37
1.11.1 Metodología de cinco Pasos DMAIC.....……....40
1.11.2 Distribución del Proceso a Corto y Largo Plazo……..42
1.11.3 Principales Herramientas Utilizadas en el Seis Sigma…..44

Capítulo 2. Metodología Seis Sigma "DMAIC"

2.1 Etapa 1: Definir el Problema……51

2.2 Etapa 2: Medir……53
2.3 Etapa 3: Analizar……56
2.3.1 Calculo del Nivel en Sigmas de un Proceso……..57
2.4 Etapa 4: Mejorar……59
2.5 Etapa 5: Controlar……..61

Capítulo 3. Modelo de la Eficiencia del PASCBT en la Zona Zamora, en Michoacán.

3.1 Etapa de Definir……64
3.1.1 Proyecto Seis Sigma……..64
3.1.2 Nombre de la Empresa……..64
3.1.3 Localización Geográfica……64
3.1.4 Giro de la Empresa……65
3.1.5 Procesos Principales……..65
3.1.6 Productos y Servicios que Ofrece……66
3.1.7 Aprobación del Nivel Superior……..67
3.1.8 Integrantes del Equipo……...67
3.1.9 Descripción del Problema y Meta……67
3.1.10 Mapa de Estrategia DCO……69
3.1.11 Alcance del Proyecto y Restricciones……...69
3.1.12 Elaboración del Plan de Proyecto……..70
3.1.13 Metas y Resultados Esperados en el Proyecto……...71
3.1.14 Project Charter……..71
3.1.15 Meta o Propósito……..73
3.1.16 Análisis de los Implicados……...73
3.1.17 Diagrama “SIPOC”……...75
3.1.18 Voz de Cliente……...75
3.1.19 Información Estadística de los CTQ’s……...80
3.1.20 Diagrama de Kano……81
3.2 Etapa de Medición……84
3.2.1 Enunciado del Problema……...84
3.2.2 Meta o Propósito……90
3.2.3 Plan de Recolección de Datos……91

3.2.4 Despliegue de la Función de Calidad……..91
3.2.5 Identificación de Variables Controlables y no Controlables.93
3.2.6 Análisis R&R para Atributos……..95
3.2.7 Análisis Gráficos……97
3.2.8 Benchmark……100
3.2.8.1 Empresa EUA UTAH POWER……101
3.2.8.2 Empresas Europeas……102
3.2.9 Voz del Cliente……..104
3.3 Etapa de Análisis……109
3.3.1 Paretos de los Eventos con Mayor Aportación de Incumplimientos en Baja Tensión Zona Zamora……...110
3.3.2 Diagrama Causa Efecto……..112
3.3.3 Diagrama de Árbol……112
3.3.4 Diagrama de Pareto……115
3.3.4.1 Elaboración de Paretos por Área de distribución.116
3.3.5 Regresión STEPWISE……122
3.4 Etapa de Mejora……..127
3.4.1 Estrategia Nº 1……..127
3.4.2 Estrategia Nº 2……..……...129
3.4.3 Estrategia Nº 3……..130
3.4.4 Estrategia Nº 4……....131
3.4.5 Estrategia Nº 5……..131
3.4.6 Estrategia Nº 6……..132
3.4.7 Estrategia Nº 7……..132
3.4.8 Estrategia Nº 8……..133
3.4.9 Estrategia Nº 9……..134
3.4.10 Estrategia Nº 10……135
3.4.11 Estrategia Nº 11……135
3.4.12 Estrategia Nº 12……136
3.4.13 Estrategia Nº 13……136
Resultados……137
Conclusiones y Recomendaciones……139
Bibliografía……..141

# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## RELACIÓN DE TABLAS

TABLA Nº 1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA……9
TABLA Nº 2. DIAGRAMA ESPECÍFICO DE VARIABLES……....10
TABLA Nº 3. TABLERO DE MANDO INTEGRAL CFE DCO……11
TABLA Nº 4. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES……13
TABLA Nº 5. CONGRUENCIA METODOLÓGICA……..……...14
TABLA Nº 6. LOS 14 PUNTOS DE DEMING……..21
TABLA Nº 7. TEMAS COMUNES DE LOS FUNDADORES DE LA CALIDAD TOTAL……33
TABLA Nº 8. TRADUCIENDO LA VOC EN REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE……52
TABLA Nº 9. NIVEL SIGMA A PARTIR DE LOS DPMO……...59
TABLA Nº 11. PROGRAMA DE ACTIVIDADES DETALLADO……70
TABLA Nº 12. PROJECT CHARTER……71
TABLA Nº 13. ANÁLISIS DE LOS IMPLICADOS……...74
TABLA Nº 14. INCUMPLIMIENTOS POR EVENTO ZONA ZAMORA……85
TABLA Nº 15. CÁLCULO DEL COSTO DE ATENCIÓN DE UN EVENTO EN EL PASCBT……87
TABLA Nº 16. CÁLCULO DEL COSTO DE LA ENERGÍA DEJADA DE SUMINISTRAR EN BAJA TENSIÓN……87
TABLA Nº 17. CÁLCULO DEL AHORRO ESTIMADO EN PROYECTO……90
TABLA Nº 18. PLAN DE RECOLECCION DE DATOS……..91
TABLA Nº 19. CRITERIOS PARA REVISIÓN DE REPORTES EN SICOSS…95
TABLA Nº 20. ANALISIS R&R POR ATRIBUTOS……95
TABLA Nº 21. RESULTADOS DE LA PRUEBA R&R POR ANALISTA……..96
TABLA Nº 22. ESTÁNDARES DE SERVICIO DE EMPRESAS EUROPEAS.102
TABLA Nº 23. COMPARATIVO DE LOS ESTÁNDARES DE SERVICIO CFE VS. UTAH Y EUROPEAS……103
TABLA Nº 24. REPORTES DE SECTOR FUERA ÁREA LOS REYES 2005..119
TABLA Nº 25. CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO ZONA ZAMORA AÑO 2005……..122

TABLA Nº 26. CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA LOS REYES AÑO 2005……..124
TABLA Nº 27. CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA ZAMORA AÑO 2005……..125
TABLA Nº 28. CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA JIQUILPAN AÑO 2005……..126
TABLA Nº 29. PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA LOS REYES……..128
TABLA Nº 30. PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA ZAMORA……128
TABLA Nº 31. PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA JIQUILPAN……129

**RELACIÓN DE FIGURAS**

FIGURA Nº 1. MAPA DE ESTRATEGIA CFE DCO…….....5
FIGURA Nº 2. RUTA ESTRATÉGICA I……..6
FIGURA Nº 3. RUTA ESTRATÉGICA III……6
FIGURA Nº 4. RUTA ESTRATÉGICA VI……...7
FIGURA Nº 5. DIAGRAMA SAGITAL PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS DEL PASCBT……..…8
FIGURA Nº 6. MODELO ESPECÍFICO DE VARIABLES……..11
FIGURA Nº 7 PROCESO DINÁMICO DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO…….……17
FIGURA Nº 8. LA TRILOGÍA DE JURAN……....24
FIGURA Nº 9. NIVELES SIGMA DE UN PROCESO…….....38
FIGURA Nº 10. METODOLOGÍA DMAIC……40
FIGURA Nº 11. DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO CENTRADA (CORTO PLAZO) Y RECORRIDA 1.5 SIGMAS (LARGO PLAZO)……..44
FIGURA Nº 12. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS……45
FIGURA Nº 13. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO……45
FIGURA Nº 14. DIAGRAMA DE PARETO……..46
FIGURA Nº 15. HISTOGRAMA……46
FIGURA Nº 16. GRÁFICA CORRIDA……...47
FIGURA Nº 17. GRÁFICA DE CONTROL……...47
FIGURA Nº 18. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN……..48
FIGURA Nº 19. MODELO DE REGRESIÓN……...48
FIGURA Nº 20. TIPOS Y EJEMPLOS DE MEDIDA……...54

FIGURA Nº 21. MAPA DE PROCESOS……..66
FIGURA Nº 22. GRÁFICAS DE TENDENCIAS DE INCUMPLIMIENTOS ZAMORA……69
FIGURA Nº 23. DIAGRAMA DE SIPOC……...75
FIGURA Nº 24. DIAGRAMA DE AFINIDAD……76
FIGURA Nº 25. RESULTADO DE ENCUESTA SIEN……77
FIGURA Nº 26. REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DEL CLIENTE…….78
FIGURA Nº 27. COMPROMISOS CON LOS CLIENTES……..78
FIGURA Nº 28. REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DEL NEGOCIO……...79
FIGURA Nº 29. INTERACCIÓN DE CTQ'S Y CTB'S……79
FIGURA Nº 30. TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA……...80
FIGURA Nº 31. TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR SERVICIO SIN ENERGÍA……..80
FIGURA Nº 32. TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR DEFICIENCIA DE VOLTAJE EN LA RED DE BAJA TENSIÓN……81
FIGURA Nº 33. DIAGRAMA DE KANO……82
FIGURA Nº 34. MAPA DE PRIMER NIVEL……83
FIGURA Nº 35. MAPA DE SEGUNDO NIVEL……...84
FIGURA Nº 36. INCUMPLIMIENTOS POR EVENTO ZONA ZAMORA 2005...85
FIGURA Nº 37. CÁLCULO DE INCUMPLIMIENTOS EN BAJA TENSIÓN……88
FIGURA Nº 38. MAPEO DE PROCESO 3ER NIVER…..……..90
FIGURA Nº 39. QFD CON DESPLIEGUES……92
FIGURA Nº 40. QFD CON PONDERACIÓN……...92
FIGURA Nº 41. QFD DESPLIEGUE DE CALIDAD……93
FIGURA Nº 42. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES…….....94
FIGURA Nº 43. PRUEBA DE NORMALIDAD DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 - 2005……97
FIGURA Nº 44. HISTOGRAMA DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 - 2005……98
FIGURA Nº 45. CONTROL DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003-2005……99
FIGURA Nº 46. CAPACIDAD DEL PROCESO DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 – 2005……..100

FIGURA Nº 47. PÁGINA DE INTERNET DE UTAH POWER EN ESPAÑOL..101
FIGURA Nº 48. PÁGINA DE INTERNET DE VARIAS EMPRESAS EUROPEAS……....102
FIGURA Nº 49. ENCUESTA SIEN PARA EL PASCBT……...104
FIGURA Nº 50. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 2.3……..105
FIGURA Nº 51. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 2.6……105
FIGURA Nº 52. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.1……106
FIGURA Nº 53. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.2……....106
FIGURA Nº 54. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.3……107
FIGURA Nº 55. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 7……107
FIGURA Nº 56. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 8……108
FIGURA Nº 57. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 9……108
FIGURA Nº 58. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 10……..109
FIGURA Nº 59. PARETO DE LOS EVENTOS CON MAYOR APORTACION DE INCUMPLIMIENTOS EN BAJA TENSIÓN ZONA ZAMORA 2005……..110
FIGURA Nº 60. PRUEBA DE NORMALIDAD DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA ZONA ZAMORA……..111
FIGURA Nº 61. HISTOGRAMA DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA ZONA ZAMORA 2003 - 2005……..111
FIGURA Nº 62. DIAGRAMA CAUSA EFECTO SOBRE INCUMPLIMIENTO DE SECTORES FUERA……112
FIGURA Nº 63. DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA POR ANIMALES……113
FIGURA Nº 64. DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA LÍNEA FLOJA……113

FIGURA Nº 65. DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA SECTORES REPETITIVOS……114
FIGURA Nº 66. DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA ACOMETIDA AVERIADA……114
FIGURA Nº 67. DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA FALSO CONTACTO EN MUFA……115
FIGURA Nº 68. PARETO DE CAUSAS QUE PROVOCARON SECTOR FUERA EN ZONA ZAMORA 2005……...116
FIGURA Nº 69. PARETO DE SECTORES FUERA POR ÁREA 2005…….117
FIGURA Nº 70. PARETO DE SECTORES FUERA POR ÁREA 2005…….118
FIGURA Nº 71. PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA LOS REYES 2005……119
FIGURA Nº 72. PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA LOS ZAMORA 2005……..120
FIGURA Nº 73. PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA JIQUILPAN 2005……..120
FIGURA Nº 74. ESTRATEGIA 1……127
FIGURA Nº 75. ESTRATEGIA 2……129
FIGURA Nº 76. ESTRATEGIA 3……130
FIGURA Nº 77. REPORTE DE CAMPO PARA ATENCIÓN DE SECTORES FUERA……130
FIGURA Nº 78. ESTRATEGIA 4……131
FIGURA Nº 79. ESTRATEGIA 5……131
FIGURA Nº 80. ESTRATEGIA 6……132
FIGURA Nº 81. ESTRATEGIA 7……132
FIGURA Nº 82. PLANO GEOGRÁFICO ÁREA ZAMORA……..133
FIGURA Nº 83. ESTRATEGIA 8……133
FIGURA Nº 84. PARETO DE SERVICIOS INDIVIDUALES EN ZONA ZAMORA……134
FIGURA Nº 85. ESTRATEGIA 9……134
FIGURA Nº 86. ESTRATEGIA 10……...135
FIGURA Nº 87. ESTRATEGIA 11……...135
FIGURA Nº 88. ESTRATEGIA 12……...136
FIGURA Nº 89. ESTRATEGIA 13……...136

FIGURA Nº 90. NIVEL SIGMA DEL PASCBT ZONA ZAMORA 2006, 2007 Y AL MES DE AGOSTO DE 2008……...138

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| C1, C2….C7 | Perspectiva de Competitividad. |
| CBR's | *(Critical requirements for the business)* Requerimientos críticos del negocio |
| CCR's | *(Critical customer requirements)* Requerimientos críticos del cliente |
| CECODI | Centro de Control de Distribución. |
| CEP | Control estadístico de procesos . |
| CFE | Comisión Federal de Electricidad. |
| CIM@ | Sistema de Control de Gestión. |
| CP | Capacidad Potencial del Proceso |
| CPK | Capacidad Real del Proceso |
| CS1….CS3 | Perspectiva de Clientes y Sociedad. |
| CSC | Centro de Servicio al Cliente |
| CTB's | *(Critical to business) Critico para la Empresa* |
| CTQ's | *(Critical To Quality)* Critico para la Calidad |
| DCO | División Centro Occidente. |
| dl/kw-hr | Dólar / Kilowatt - Hora |
| dls | Dólares |
| DMAIC | Define, Measure, Analyse, Improve and Control (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). |
| DPMO | Defectos por millón de oportunidades. |
| hr | Hora |
| ISO | Internacional Standard Organization (Organización Internacional de Normas). |

| | |
|---|---|
| ITT | International Telephone and Telegraph Corp. |
| JUSE | Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros |
| Kw | Kilowatt |
| Kwh | Kilowatt - hora |
| LIE | Limite Inferior de Especificación. |
| LSE | Limite Superior de Especificación. |
| P1, P2…P4 | Perspectiva de Personas. |
| PASCAT | Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Alta Tensión. |
| PASCBT | Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión. |
| PASCMT | Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Media Tensión. |
| PDCA | Plan – Do – Check – Act. |
| PDSA | Plan, Do, Study and Act (Planificar, Hacer, Estudiar y Actuar). |
| PP1….PP4 | Perspectiva de Productividad en los Procesos. |
| QFD | *(Quality Function Deployment)* Despliegue de Funciones de Calidad |
| s | Variación estadística de una población. |
| SICOM | Sistema Integral de Comercialización |
| SICOSS | Sistema de Control de Solicitudes de Servicio |
| SIEN | Sistema de Encuestas de la CFE. |
| SIPOC | *(Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers)* Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas, Clientes. |
| SUTERM | Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana |
| TMI | Tablero de Mando Integral. |
| TQM | *(Total Quality Management)* Administración de la Calidad Total |

| | |
|---|---|
| TRO(S) | Transformador (es). |
| VOB | *(Voice of Business)* Voz del Negocio |
| VOC | *(Voice of Customer)* Voz del cliente |

## GLOSARIO

**Acometida:** Tramo de línea que conecta la instalación del cliente a la línea suministradora.

**Análisis R & R:** Es una aproximación en la evaluación de la repetibilidad y reproducibilidad de un sistema de medición. Se recomienda usar cinco piezas y dos operadores.

**Baja tensión**: Nivel de voltaje menor a 1000 volts.

**Balanced score card:** Es una herramienta de gestión que traduce la estrategia de la empresa en un conjunto coherente de indicadores.

**Benchmarking:** Es un proceso sistemático y continuo de evaluación de los productos, servicios y procedimientos de trabajo de las empresas que se reconocen como representantes de las mejores prácticas y el propósito es el mejoramiento organizacional.

**Black Belt:** *(Cinturón negro).* Es una persona que lidera, inspira, dirige, delega, entrena y se convierte en casi un experto en herramientas seis sigma para evaluar problemas y fijar o diseñar procesos y productos. Es una persona dedicada a enfrentarse con oportunidades de cambio criticas y a conseguir que se logren resultados.

**Champion:** *(Campeón).* Ejecutivo o directivo clave que inicia y patrocina a un Black Belt o a un equipo de proyecto.

**Conector estribo:** Conector mecánico para la conexión del transformador en el lado primario a la red de media tensión.

**Diagrama causa – efecto:** Analiza de manera sistemática las causas raíz de problemas al preguntar ¿por que? Comienza por las principales causas (por

ejemplo, procesos, materiales, maquinas, personas y entorno) y trabaja hacia atrás, a las causas raíz.

**Diagrama de afinidad:** Ayuda a organizar los pensamientos del equipo de manera más eficaz cuando: Los temas parecen demasiado grandes y complejos; es preciso romper las formas antiguas y tradicionales de pensar; todo parece caótico; o bien existen demasiados requerimientos de los clientes.

**Diagrama de árbol:** Vincula de manera sistemática ideas, metas, objetivos, o actividades con detalle cada vez mayor. Muestra las metas clave, las sub – metas y las tareas que se requieren para lograr un objetivo. Es una excelente forma de dividir y secuenciar grandes temas en otros más pequeños y manejables.

**Diagrama de Gantt:** Gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de que, en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades, la posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e interdependencias.

**Diagrama de Pareto:** Tipo especial de diagrama de barras en el cual se arreglan las variables (siempre discretas y no continuas) en un orden decreciente de magnitud. La ventaja de este tipo de arreglo es el de destacar, al principio del gráfico, la variable mas frecuente (por ejemplo: la causa principal de un problema). Otra ventaja es que se puede representar el valor acumulado de la suma de las variables.

**Diagrama SIPOC**: Es una herramienta utilizada para identificar los elementos para la mejora de los procesos en la empresa, su función es identificar todos lo elementos relevantes dentro del proceso de mejora antes de que el trabajo comience.

**DPMO:** Defectos por millón de oportunidades.

**Eficacia:** Es la capacidad de la ciencia y la tecnología para lograr un resultado favorable en casos individuales, con independencia de los recursos o insumos necesarios.

**Eficiencia**: Consiste en la medición del grado en que se puede alcanzar un nivel determinado de efectividad con un costo mínimo de personal, de recursos y fondos. Es la relación costo/ beneficio por la que se obtiene la mejor calidad al menor costo posible. Expresa los resultados finales obtenidos en relación con los costos en términos de dinero, recursos y tiempo.

**Escala de Likert:** Es un tipo de instrumento de medición o de recolección de datos que disponemos en la investigación social. Consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos.

**Eventos con atención fuera de tiempo:** se refiere a cuando en las salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales no son atendidos en tiempo con los estándares establecidos.

**Gestión:** Es el proceso mediante el cual se obtiene, despliega o utiliza una variedad de recursos básicos para apoyar los objetivos de la organización.

**Green Belt:** *(Cinturón Verde).* Es un trabajador real y sirve como miembro de un equipo o como líder del equipo a tiempo parcial, es el encargado de aplicar los nuevos conceptos y herramientas Seis Sigma a las actividades del día a día del negocio.

**Histograma:** Es una grafica de barras que muestra la repartición de un grupo de datos, su objetivo es visualizar la dispersión, el centrado y la forma de un grupo de datos. Determina la capacidad (es decir, el nivel de desempeño que los clientes pueden esperar de manera consistente) del proceso y la distribución de los datos mensurables.

**Incumplimientos (defectos):** Son los defectos que se producen durante el proceso.

**Índice de capacidad potencial del proceso (Cp):** Intentar determinar en un solo número si un proceso puede cumplir consistentemente con los requerimientos impuestos sobre un proceso por clientes internos o externos. No toma en cuenta la media observada del proceso, se obtiene de dividir la tolerancia entre 6 veces la desviación estándar poblacional.

**Índice de capacidad real del proceso (Cpk**): Índice o medida del desempeño real de un proceso que toma en cuenta le media del mismo. se obtiene multiplicando el valor del Cp por la diferencia de la unidad menos el valor de k.

**Lean manufacturing:** es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el costo se reducen.

**Línea de distribución de baja tensión:** Línea cuya tensión eléctrica es menor o igual a 1000 volts.

**Master black belt:** *(Maestro Cinturón Negro).* Experto de verdad en las herramientas analíticas de Seis Sigma, a menudo con una formación en ingeniería, ciencias o económicas. Sirve como entrenador o consultor para los Black Belts que trabajan en una variedad de proyectos.
**Media tensión:** Nivel de voltaje de 1000 a 33000 volts.

**Oportunidades:** Áreas de identificación y análisis en las etapas de planificación estratégica, las cuales describen el entorno que influye a la organización.

**Proceso:** Es cualquier secuencia de eventos recurrentes, pasos, actividades, o tareas las cuales resultan en una salida deseada.

**Project charter o team charter:** Gráfica, proyecto o carta de Equipo.

**Prueba de normalidad:** Se basa en el cálculo de los cumulantes muéstrales, generando un estadístico que descontando estos valores de sus medias y dividido por sus desviaciones estándar, exclusivamente referida a la distribución normal, además sus características de sencillez, potencia y aplicación la hacen actual e importante en la teoría de la normalidad.

**Red de baja tensión:** Red de cables por la cual se distribuye energía eléctrica desde un transformador hasta los medidores de los usuarios.

**Regresión stepwise:** Versión modificada del proceso de regresión hacia adelante en la que en cada nuevo paso, cuando se incluye una nueva variable, además se reconsidera el mantener las que ya se había añadido previamente, es decir que no sólo puede entrar una nueva variable en cada paso sino que puede salir alguna de las que ya estaban en la ecuación. El proceso finaliza cuando ninguna variable de las que no están en la ecuación cumple la condición para entrar y de las incorporadas a la ecuación ninguna cumple la condición para salir.

**Repetibilidad:** Es la variación en las mediciones hechas por un solo operador en la misma pieza y con el mismo instrumento de medición. Se define como la variación alrededor de la media. Esta variación debe de ser pequeña con respecto a las especificaciones y a la variación del proceso.

**Reproducibilidad:** Variación entre las medias de las mediciones hechas por varios operarios con las mismas piezas y con el mismo instrumento de medición.

**Requerimientos críticos del cliente (CTQ):** Es un requerimiento de la calidad del producto o servicio que es de suma importancia para el cliente y que se debe expresar normalmente con un indicador.

**Salida del transformador de distribución:** Se refiere a cuando operan las protecciones de sobre corriente del mismo y se deja de proveer energía eléctrica a “n” número de clientes.

**Salida individual:** Se refiere a cuando un único cliente se le deja de proveer energía eléctrica.

**Seis sigma:** Es una medida de variabilidad. Se ha dado su nombre para indicar que información cae dentro de los requerimientos de los clientes. Entre más grande es la sigma del proceso, mayores son las salidas de proceso, los productos y los servicios que reúnen los requerimientos de los clientes.

**Sigma:** Es una letra griega que representa una unidad estadística de medida para definir la desviación estándar de una población. Mide la variabilidad o la dispersión de los datos.

**Tablero de mando integral:** El TMI es una herramienta de gestión que permite "monitorizar" mediante indicadores, el cumplimiento de la estrategia desarrollada por la dirección, a la vez que permite tomar decisiones rápidas y acertadas para alcanzar los objetivos.

**Transformador de distribución:** Equipo eléctrico que nos sirve para reducir el nivel de voltaje de Media a Baja tensión normalmente de 13.2 y 23 Kilovolts a 120/240 ó 220/127 volts.

**Variación de voltaje en el transformador de distribución:** Se refiere a cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la salida del mismo transformador afectando a “n” número de clientes.

**Variación de voltaje individual:** Se refiere a cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la base del medidor afectando a un único cliente.

# RESUMEN

El presente estudio esta encaminado a incrementar la eficiencia del Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido de Baja Tensión en la Zona Zamora de Comisión Federal de Electricidad bajo la metodología Seis Sigma, su propósito fue tener un modelo que nos permita replicarse en las demás zonas restantes de la División Centro Occidente. En este modelo se señalan los eventos y las causas que ocasionan estos, identificando las razones que verdaderamente demeritan la eficiencia del proceso. Se comenzó por Identificar y validar la oportunidad de mejora, identificar y mapear los procesos de negocios, definir los requerimientos críticos del cliente e identificar a los implicados para prepararse a ser parte de un efectivo grupo de trabajo. Posteriormente, se Identificaron medidas críticas que son necesarias para evaluar el éxito al reunir los requerimientos críticos del cliente e iniciar el desarrollo de una metodología efectiva para recolectar datos que midan el desempeño del proceso; entender los elementos de cálculo Seis Sigma y establecer el Sigma de línea base para el proceso que el equipo de trabajo analiza; estratificar y analizar la oportunidad para identificar un problema especifico y definir y entender fácilmente el problema establecido; identificar y validar las causas raíz que aseguran la eliminación de las mismas y por ende, el problema en que el equipo de trabajo se enfoca. Finalmente, Identificar, evaluar y seleccionar las soluciones correctas de mejora.

## ABSTRACT

This study is aimed at increasing the efficiency of the process “Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión” in the Zamora Area of “Comisión Federal de Electricidad” under the Six Sigma methodology; its purpose was to have a model that allows us to replicate in other remaining areas of “División Centro Occidente”. This model identifies the events and its causes, identifying the reasons that truly demerit process efficiency. It begins by identifying and validating the opportunity for improvement, identifying and mapping business processes, defining the critical customer requirements and identifing those involved to prepare themselves to be part of an effective working group. Subsequently, we identify measures that are critical necessary to evaluate the success in bringing together the critical requirements of the customer and initiate the development of an effective methodology for collecting data to measure the process’ performance understand the elements of calculation Six Sigma and establish the baseline sigma for process being analyzed, stratifying and analyzing the opportunity to identify a specific problem and define the problem and understand it, to identify and validate the root causes that ensure the elimination of it, and therefore the problem that the task force focuses on. Finally, identify, evaluate and select the right solutions for improvement.

# INTRODUCCIÓN

Al hablar de capacidad competitiva en las organizaciones, tenemos que referir también sistemas de gestión exitosos.

El establecimiento de un sistema de gestión a lo largo y ancho de las empresas, con base a la continua búsqueda de la satisfacción de las necesidades de sus clientes, personas, empresa y sociedad en general, es hoy indispensable para enfrentar el futuro si queremos permanecer en el mercado.

El Sistema de Administración para la calidad de la División Centro Occidente de la Comisión Federal de Electricidad, en el cual se integra la metodología Seis Sigma es un sistema encaminado a lograr la completa satisfacción de las necesidades de los grupos de interés.

La experiencia, acumulada durante los últimos años indica que sólo aquellas organizaciones que han desarrollado sistemas administrativos de calidad total no solo han permanecido si no que hoy en día, han logrado posicionarse en lugares privilegiados en los mercados internacionales.

Para esto el Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión de la Zona Zamora de CFE, debe de incrementar la eficiencia y para abordar esta problemática, esta tesis comprende el primer capítulo una investigación documental de las principales teorías de la Calidad, así como sus precursores y sus aportaciones.

El segundo capítulo describe la metodología seis sigma con sus diferentes etapas y sus objetivos que se aplica para la elaboración del modelo de la eficiencia del Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión.

El tercer capítulo muestra las etapas que se llevaron acabo para la elaboración del modelo basado en la metodología seis sigma requerido para el incremento

de la eficiencia del Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión.

Finalmente se muestran los resultados, las conclusiones y recomendaciones.

## PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización del presente trabajo de investigación, se plantea la siguiente interrogante: *¿Cuál es el Modelo que determina la Eficiencia del Proceso de Aseguramiento de Baja Tensión de la Comisión Federal de Electricidad División Centro Occidente Zona Zamora en Michoacán?*

1. ¿Cuál es el número de salidas de los transformadores de distribución?
2. ¿Cuál es el número de salidas en los servicios individuales?
3. ¿Cuál el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución?
4. ¿Cuál el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales?
5. ¿Cuál es el número de eventos con atención fuera de tiempo?

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los defectos en el suministro de energía eléctrica imputables al Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión son las interrupciones de energía eléctrica y variaciones de voltaje en manzanas (red de baja tensión que alimentan los transformadores de distribución) y servicios individuales, estos crean insatisfacción e incumplimiento con los clientes, además de mermar la rentabilidad de la Comisión Federal de Electricidad División Centro Occidente Zona Zamora en Michoacán.

En Comisión Federal de Electricidad División Centro Occidente Zona Zamora en Michoacán se tienen compromisos con los clientes los cuales son:

- Compromisos con los clientes de Baja Tensión Rural:
    - Interrupciones mayores 1 minuto.
      Individuales 1 de 24 horas.
      Transformadores de Distribución 1 de 6 horas.
    - Variaciones de Voltaje.

- Compromisos con los clientes de Baja Tensión Urbano:
    - Interrupciones mayores 1 minuto.
      Individuales 1 de 12 horas.
      Transformadores de Distribución 1 de 3 horas.
    - Variaciones de Voltaje.

De lo anterior se tienen 5 características críticas (requerimientos) del cliente y con ello se evalúa la eficiencia en nivel sigma del Proceso de Aseguramiento de Baja Tensión de la Zona Zamora.

Al cierre del mes de Diciembre de 2005 la Zona Zamora contaba con 252,719 clientes (1'263,595 oportunidades) y se registraron 4,978 eventos por causas imputables a la baja tensión, y de estos se generaron 14,480 incumplimientos que representa el 1.14 % de las oportunidades en baja tensión, esto significa de valor 3.77 sigma.

## JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El estudio contribuiría al logro de los tres *Objetivos Superiores* de la alta Dirección de la CFE DCO.

1. Lograr que los clientes califiquen a la DCO con un valor de 9 puntos en su satisfacción.
2. Conseguir un valor de 4 Sigmas en el cumplimiento global de los compromisos que ofertamos a los clientes.
3. Duplicar la Rentabilidad de la DCO con relación a los resultados del ejercicio anterior.

El Mapa de Estrategia de la CFE DCO mostrado en la figura 1 esta conformado por perspectivas, cada perspectiva, cuenta con *Objetivos Estratégicos* los cuales son:

1. Perspectiva de Clientes y Sociedad.

   CS1. Satisfacer las legítimas necesidades de clientes y sociedad. Cumplir los requisitos de calidad comprometidos con los clientes mejorando su satisfacción y lealtad a CFE.

   CS2. Cumplir los compromisos con los clientes. Identificar los factores críticos de los clientes en materia de energía eléctrica y servicio, para establecer contratos de ganar – ganar.

   CS3. Maximizar la rentabilidad. Disminuir los costos a través de mejorar el índice de pérdidas, la utilización óptima de los activos y la eficiencia de los procesos.

2. Perspectiva de Competitividad.

   C1. Respetar la naturaleza y a terceros. Cumplir los requisitos de calidad comprometidos con los clientes, mejorando su satisfacción y lealtad a CFE DCO.

   C2. Eficientar las ventas. Disminuir los costos a través de mejorar el índice de pérdidas, la utilización óptima de los activos y la eficiencia de los procesos.

   C3. Incrementar los ingresos. Identificar los factores críticos de los clientes en materia de energía y servicio, para establecer contratos ganar - ganar.

   C4. Minimizar costos de operación. Disminuir los costos a través de mejorar el índice de pérdidas, la utilización óptima de los activos y la eficiencia de los procesos.

   C5. Minimizar las mermas de energía. Gestionar el sistema eléctrico de manera óptima para minimizar las pérdidas de energía.

   C6. Eliminar los robos de energía. Combatir la práctica de los robos y fraudes de energía eléctrica de manera estricta y permanente.

   C7. Utilizar óptimamente los activos. Evaluar constantemente el grado de utilización y aprovechamiento de la infraestructura disponible. clientes y sociedad.

3. Perspectiva de Personas.

P1. Desarrollar nuevas capacidades. Propiciar el desarrollo de nuevas capacidades de los colaboradores, mediante la oferta de nuevos retos tecnológicos en la ejecución de las actividades de sus procesos.

P2. Formar profesionales de alto desempeño. Garantizar que los procesos cuenten con profesionales aptos, seguros y motivados, con alto grado de profesionalismo su certificación laboral y escolar.

P3. Lograr una cultura organizacional de alto desempeño. Cumplir los requisitos de calidad comprometidos con las personas que integran la DCO, mejorando su satisfacción, conscientes que somos los mejores y realizar nuestro trabajo cada día mejor.

P4. Liderar con efectividad. Ejercer un liderazgo efectivo que logre los resultados comprometidos con los clientes y con sus colaboradores trabaje en pro del bien común.

4. Perspectiva de Productividad en los Procesos.

PP1. Realizar eficientemente los procesos. Establecer un sistema de gestión basado en estrategias y proyectos bajo las metodologías Seis Sigma, Lean Manufacturing y realizar los proyectos con una tendencia Seis Sigma.

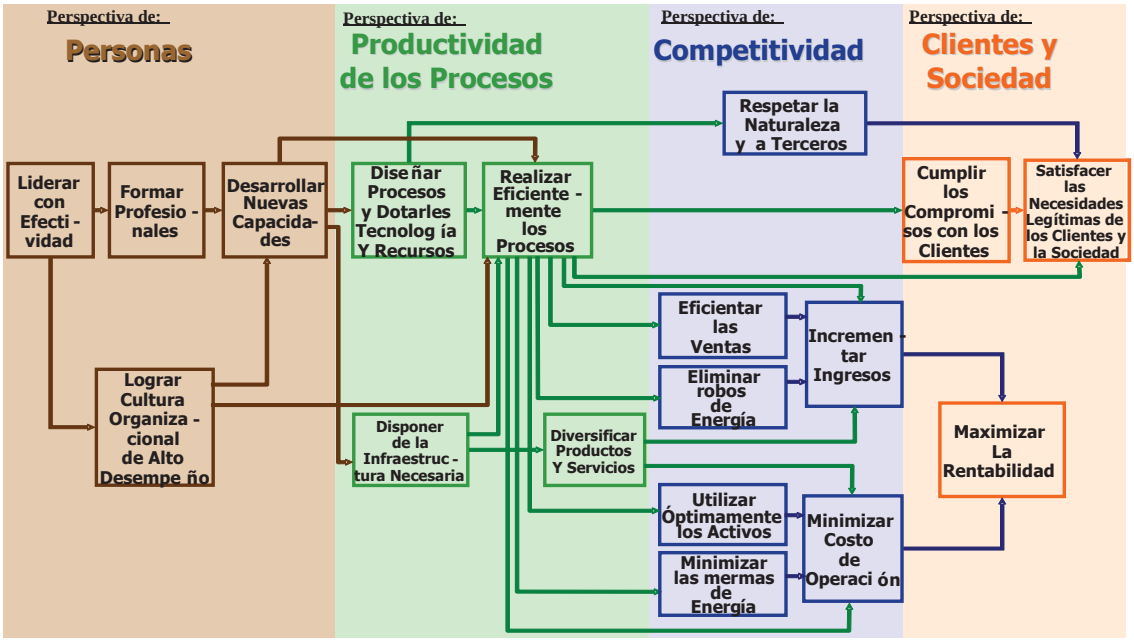
PP2. Diversificar productos y servicios. Buscar otros ingresos aprovechando la infraestructura disponible y el talento de nuestros colaboradores.

PP3. Diseñar procesos y dotarles de tecnología y recursos. Diseño y rediseño de procesos con enfoque al cliente y dotarlos de recursos y tecnología de punta con la aplicación de sus Planes de Gestión de Proceso.

PP4. Disponer de la infraestructura necesaria

Garantizar la disponibilidad de infraestructura para el suministro de energía eléctrica en alta, media y baja tensión.

***FIGURA Nº 1.***
***MAPA DE ESTRATEGIA CFE DCO.***




FUENTE: Mapa de estrategia de la CFE DCO 2008.

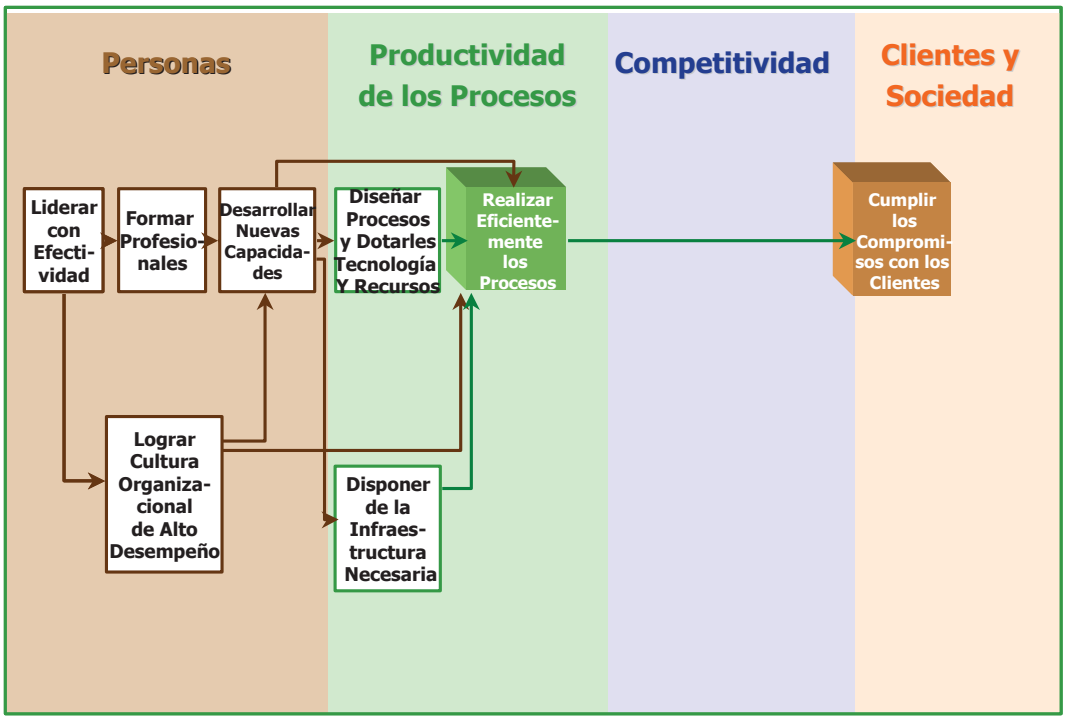
El incremento de las interrupciones de energía eléctrica y variaciones de voltaje del PASCBT tienen como consecuencia el incumplimiento en los compromisos, merma de la rentabilidad y la insatisfacción de los clientes y sociedad, por eso es necesario un modelo que determine la eficiencia del Proceso de Aseguramiento de Baja Tensión de la CFE DCO Zona Zamora en Michoacán.

La relevancia Social del presente estudio es disminuir el número de eventos imputables al PASCBT lo que permitirá a la sociedad ser más productiva y al erario público fortalecido por los procesos eficientes de la CFE DCO.

Los beneficiados de presente estudio son los grupos de interés de la CFE DCO Zona Zamora en Michoacán (Clientes, Empresa, Personas y Sociedad), este nos ayudara a mejorar el cumplimiento de los compromisos con los clientes a través de realizar eficientemente el PASCBT (Ruta estratégica I figura 2), satisfacer las necesidades de los clientes y sociedad a través del cumplimiento de los compromisos con los clientes. (Ruta Estratégica III figura 3) y Maximizar la rentabilidad de la empresa (Ruta Estratégica VI figura 4) para después replicar este en el resto de las Zonas de la CFE DCO. Este estudio servirá para

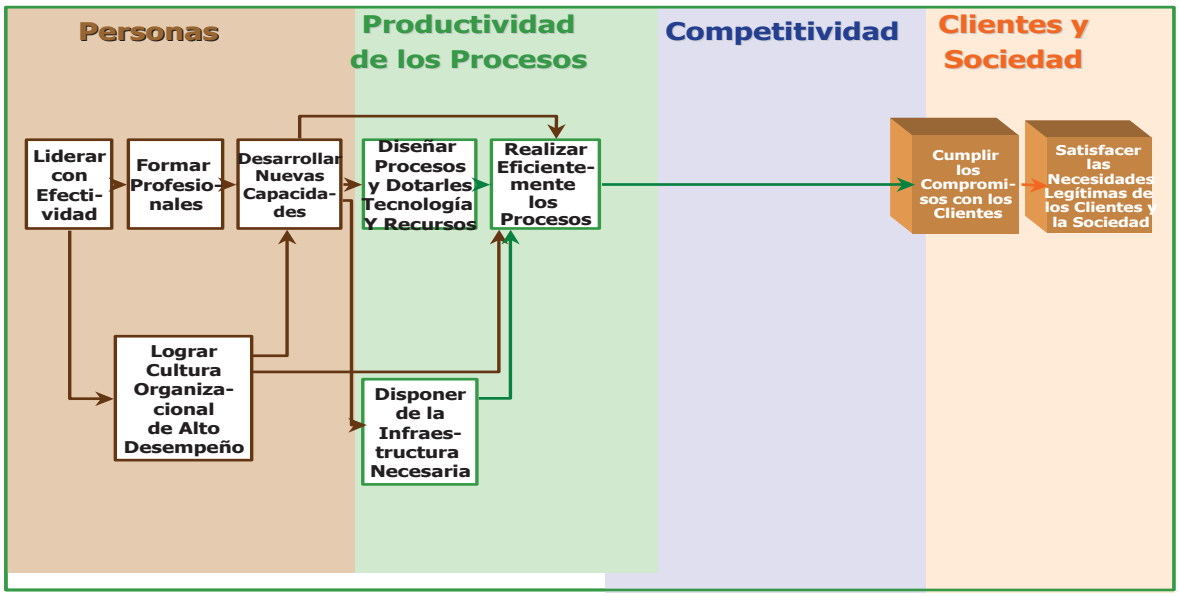
la toma de decisiones de los directivos, además de conocer las debilidades y fortalezas para hacer frente a las amenazas y aprovechar las oportunidades que se presenten.

***FIGURA Nº 2.***
***RUTA ESTRATÉGICA I***



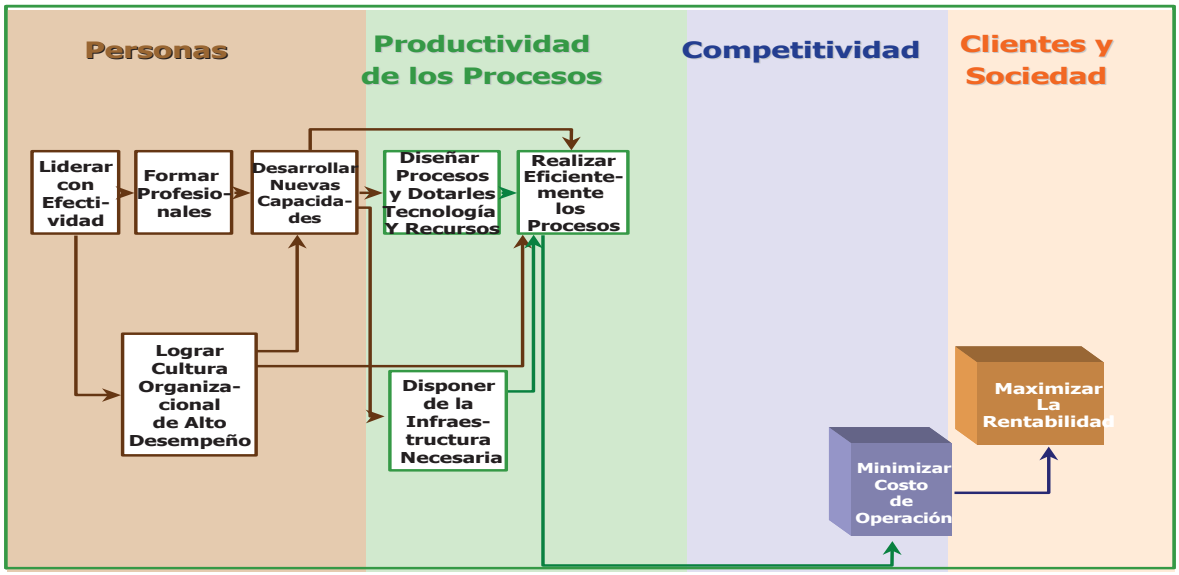

FUENTE: Mapa de estrategia de la CFE DCO 2008.

***FIGURA Nº 3.***
***RUTA ESTRATÉGICA III***




FUENTE: Mapa de estrategia de la CFE DCO 2008.

***FIGURA Nº 4.***
***RUTA ESTRATÉGICA VI***




FUENTE: Mapa de estrategia de la CFE DCO 2008.

La utilidad Metodológica estriba en la aportación que se hace al desarrollar un modelo de la eficiencia del proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión en la Zona Zamora, en Michoacán que sirve para la toma de decisiones y estrategias.

## HIPÓTESIS GENERAL

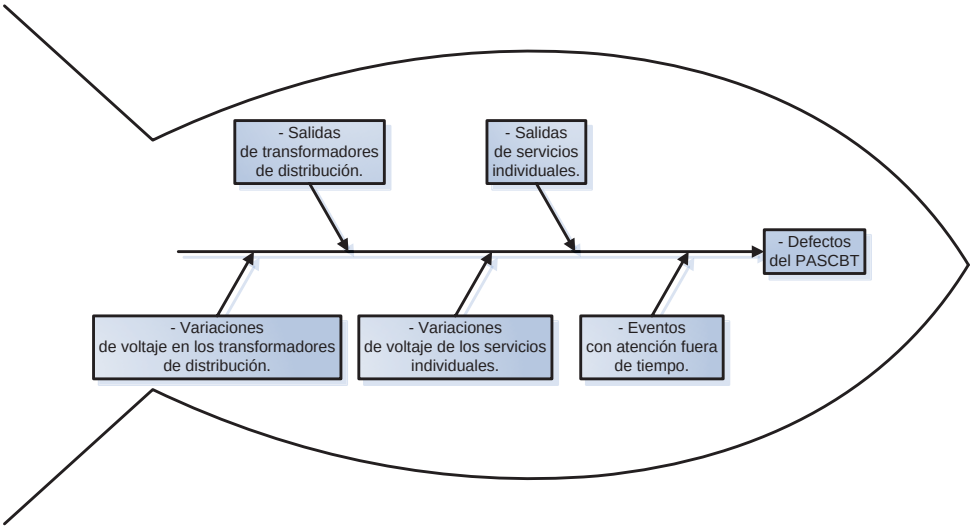
El número de defectos del **Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión** (PASCBT) esta determinado por el número de salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales, además, de la atención fuera de tiempo de los eventos.

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA

1. Al reducir el número de salidas de los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos.
2. Al reducir el número de salidas en los servicios individuales se reducirá el número de defectos.
3. Al reducir el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos.

4. Al reducir el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales se reducirá el número de defectos.
5. Al reducir el número de eventos con atención fuera de tiempo se reducirá el número de defectos.

***FIGURA Nº 5.***
***DIAGRAMA SAGITAL PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS DEL PASCBT***




FUENTE: Propia, basado en el marco teórico de esta investigación.

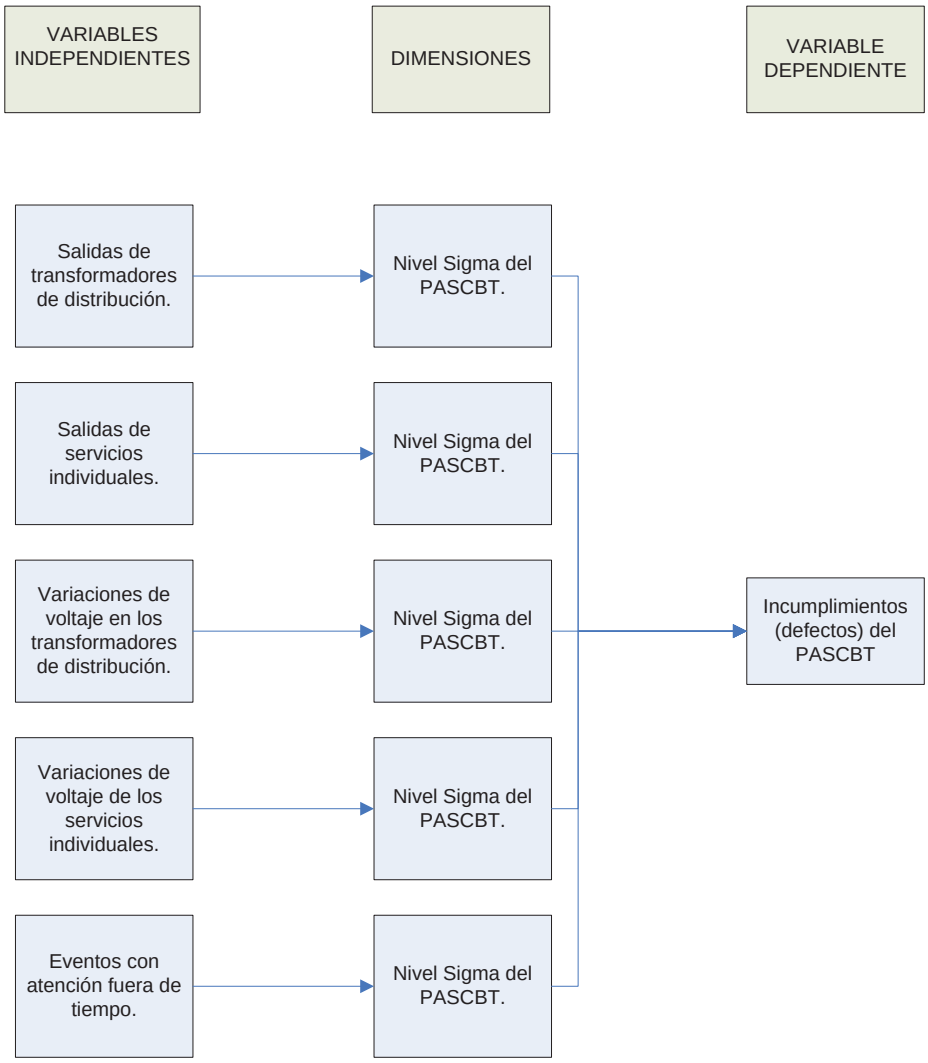
## *TABLA Nº 1.*
## *CONGRUENCIA METODOLÓGICA*

| CONGRUENCIA METODOLÓGICA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **HIPÓTESIS GENERAL** | **HIPÓTESIS ESPECIFICAS** | **VARIABLE** | **DIMENSIÓN DE VARIABLES** | **INDICADOR DE VARIABLES** |
| **La disminución del número de defectos del PASCBT esta determinado por el número de salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales. , además, de la atención fuera de tiempo de los eventos.** | **H1**. Al reducir el número de salidas de los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos. | Salidas de transformadores de distribución. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. |
| | **H2.** Al reducir el número de salidas en los servicios individuales se reducirá el número de defectos. | Salidas de servicios individuales. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. |
| | **H3.** Al reducir el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos. | Variaciones de voltaje en los transformadores de distribución. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. |
| | **H4**. Al reducir el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales se reducirá el número de defectos. | Variaciones de voltaje de los servicios individuales. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. |
| | **H5**. Al reducir el número de eventos con atención fuera de tiempo se reducirá el número de defectos. | Eventos con atención fuera de tiempo. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número.. |

FUENTE: Propia, basado en el marco teórico de esta investigación.

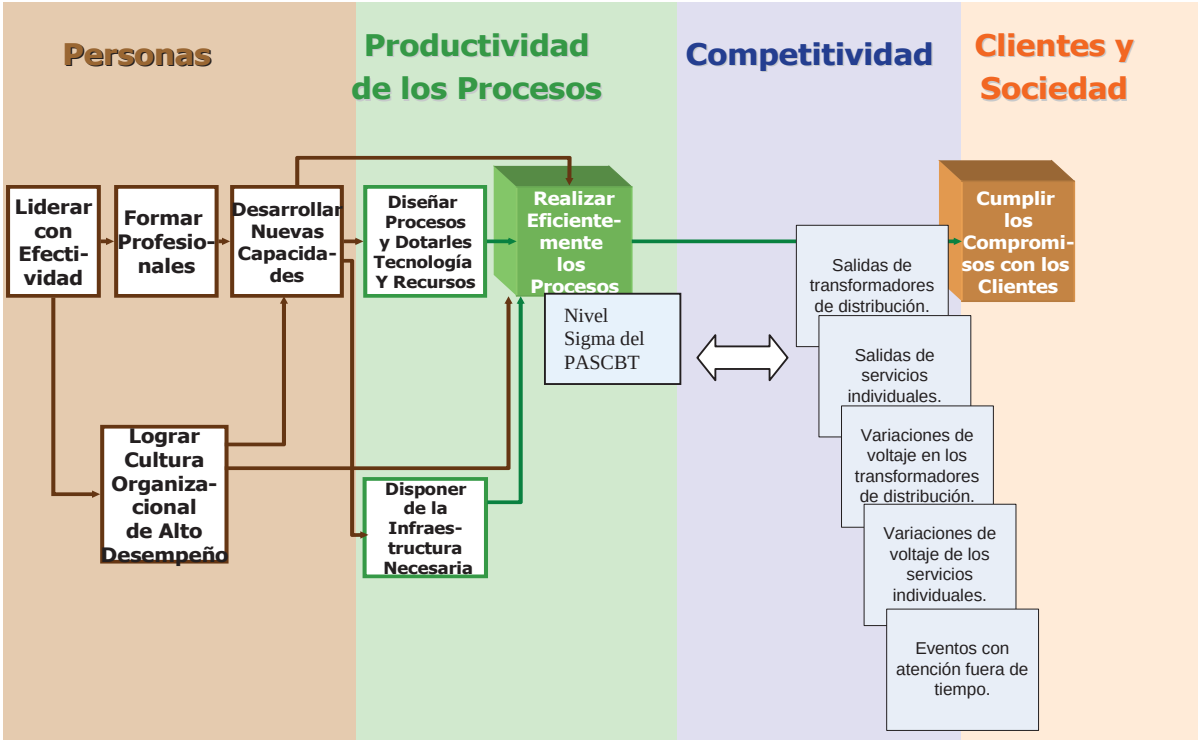
## DIAGRAMA ESPECÍFICO DE VARIABLES

***TABLA Nº 2.***
***DIAGRAMA ESPECÍFICO DE VARIABLES***




FUENTE: Propia, basado en el marco teórico de esta investigación.

## *FIGURA Nº 6.*
## *MODELO ESPECÍFICO DE VARIABLES*




FUENTE: Mapa de estrategia de la CFE DCO 2008 y diagrama especifico de variables.

## *TABLA Nº 3.*
## *TABLERO DE MANDO INTEGRAL CFE DCO.*

| | Estado | Métricas | Real | Meta |
|---|---|---|---|---|
| TMI_31 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS DE A. Y C. | 6 | 6 |
| TMI_32 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS PINS | 3.4 | 3.32 |
| TMI_33 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS DE ASCAT | 6 | 3.63 |
| TMI_34 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS ASCMT | 4.25 | 3.93 |
| TMI_35 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS ASCBT | 3.99 | 3.97 |
| TMI_36 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS DE COMERCIALIZACION | 4.61 | 4.62 |
| TMI_37 | | CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS MSSCM | 3.87 | 3.59 |
| TMI_38 | | LIBRAMIENTO DE EVENTOS (LE) | 100 | 99.47 |
| TMI_39 | | INGRESOS POR DIVERSIFICACION | 4.38 | 4.57 |
| TMI_40 | | SALIDAS POR FALLAS DE LINEAS DE SUBTRANSMISION (SFL) | 0 | 0.49 |
| TMI_41 | | DISPONIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA | 91.51 | 91.51 |

| Perspectiva | Cumplidas | | | No Cumplidas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Productividad de los Procesos | 7 | | 3 | 1 | | |

FUENTE: Tablero de mando integral de la CFE DCO 2008.

El planteamiento que se hizo con anterioridad nos describe el modelo utilizado por la Comisión Federal de Electricidad DCO para la eficiencia del PASCBT, este nos permite identificar lo que se requiere para el logro de esta y aplicarlo en todas las Zonas de distribución, en función a esto a continuación se muestran algunos aspectos del modelo propuesto.

1. Las variables que se proponen en este modelo es para la CFE DCO Zona de Distribución Zamora en Michoacán.
2. La salida de los transformadores de distribución es una variable del PASCBT que se refiere a cuando operan las protecciones de sobre corriente del mismo y se deja de proveer energía eléctrica a “n” número de clientes.
3. La salida individual es una variable del PASCBT que se refiere a cuando un único cliente se le deja de proveer energía eléctrica.
4. La variación de voltaje en el transformador de distribución es una variable del PASCBT que se refiere a cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la salida del mismo transformador afectando a “n” número de clientes.
5. La variación de voltaje individual es una variable del PASCBT que se refiere a cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la base del medidor afectando a un único cliente.
6. La atención fuera de tiempo es una variable del PASCBT que se refiere a cuando en las salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales no son atendidos en tiempo con los estándares establecidos.

El Balanced Score Card traduce la estrategia en un conjunto de indicadores mostrados en el Tablero de Mando Integral (TMI) el cual permite manejar la gestión de la DCO. Para verificar el avance en el cumplimiento de la estrategia, contiene 57 métricas (indicadores) agrupados por cada perspectiva y algoritmos de fácil comprensión y cálculo.

Para la métrica (indicador) 35, Cumplimiento de los Compromisos del PASCBT el nivel sigma se calcula a partir de datos básicos como son el número de las interrupciones de energía eléctrica y variaciones de voltaje en manzanas y servicios individuales, así, como los eventos con atención fuera de tiempo.

## DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

***TABLA Nº 4.***
***OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.***

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN REAL Y OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ITEM Nº |
|---|---|---|---|---|
| Salidas de Transformadores. | Cuando operan las protecciones de sobre corriente del TRO y se deja de proveer energía eléctrica a "n" número de clientes. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. | 1 |
| Salidas Individuales. | Cuando a un único cliente se le deja de proveer energía eléctrica. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. | 2 |
| Variaciones en Transformadores. | Cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la salida del mismo transformador afectando a "n" número de clientes. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. | 3 |
| Variaciones individuales. | Cuando hay fluctuaciones de voltaje (incremento y decremento en el nivel de voltaje del suministro de la energía eléctrica) por alguna causa en la base del medidor afectando a un único cliente. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. | 4 |
| Atención fuera de tiempo | Cuando en las salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales no son atendidos en tiempo con los estándares establecidos. | Nivel Sigma del PASCBT. | Número. | 5 |

FUENTE: Propia, basado en el marco teórico de esta investigación.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar el número de incumplimientos (defectos) del Proceso de Aseguramiento del Suministro de Comprometido en Baja Tensión de la Comisión Federal de Electricidad División Centro Occidente Zona Zamora en Michoacán.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar el número de salidas de los transformadores de distribución.
2. Identificar el número de salidas en los servicios individuales.
3. Identificar el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución.
4. Identificar el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales.
5. Identificar el número de eventos con atención fuera de tiempo.

   (VER CONGRUENCIA METODOLÓGICA)

***TABLA Nº 5.***
***CONGRUENCIA METODOLÓGICA***

| Congruencia del planteamiento | | | |
|---|---|---|---|
| **Titulo** | **Objetivo General** | **Objetivos Específicos** | **Preguntas de Investigación** |
| **MODELO DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DEL SUMINISTRO COMPROMETIDO EN BAJA TENSION EN LA ZONA ZAMORA, EN MICHOACAN** | Determinar el número de incumplimientos (defectos) del Proceso de Aseguramiento del Suministro de Comprometido en Baja Tensión | **O1.** Identificar el número de salidas de los transformadores de distribución. | 1.-¿Cuál es el número de salidas de los transformadores de distribución? |
| | | **O2.** Identificar el número de salidas en los servicios individuales. | 2.-¿Cuál es el número de salidas en los servicios individuales? |
| | | **O3.** Identificar el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución. | 3.-¿Cuál el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución? |
| | | **O4.** Identificar el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales. | 4.-¿Cuál es el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales ? |
| | | **O5.** Identificar el número de eventos con atención fuera de tiempo. | 5.-¿Cuál es el número de eventos con atención fuera de tiempo ? |

FUENTE: Elaboración propia sobre la base de los objetivos de la investigación.

# Capítulo I

## MARCO TEÓRICO

# 1 MARCO TEÓRICO

## 1.1 LOS PRECURSORES DE LA CALIDAD TOTAL

La Calidad Total es una tecnología de gestión que promueve un cambio sistémico en las organizaciones y afecta a todos los rincones de la empresa. Sus orígenes se remontan a la segunda mitad de la década de 1920, cuando Walter A. Shewhart, en los Laboratorios Bell, desarrolló una teoría del control estadístico de la calidad. Shewhart influyó sobre W. Edwards Deming, Joseph Juran y sobre el movimiento de gestión de calidad japonés, que se inició con fuerza en la década de 1950. Este movimiento recibió el impulso de especialistas japoneses como Kaoru Ishikawa, Gen'ichi Taguchi y Yoji Akao y se consolidó significativamente.

## 1.2 WALTER A. SHEWHART

Walter A. Shewhart (1891-1967) desarrolló su carrera en la compañía Western Electric y en los Bell Telephone Laboratories. Enseñó en varias universidades y en la Escuela de Graduados del Departamento de Agricultura de EE.UU. Fue Presidente de la American Statistical Association. Publicó Economic Control of Quality of Manufactured Products (1931) y Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control (1939).

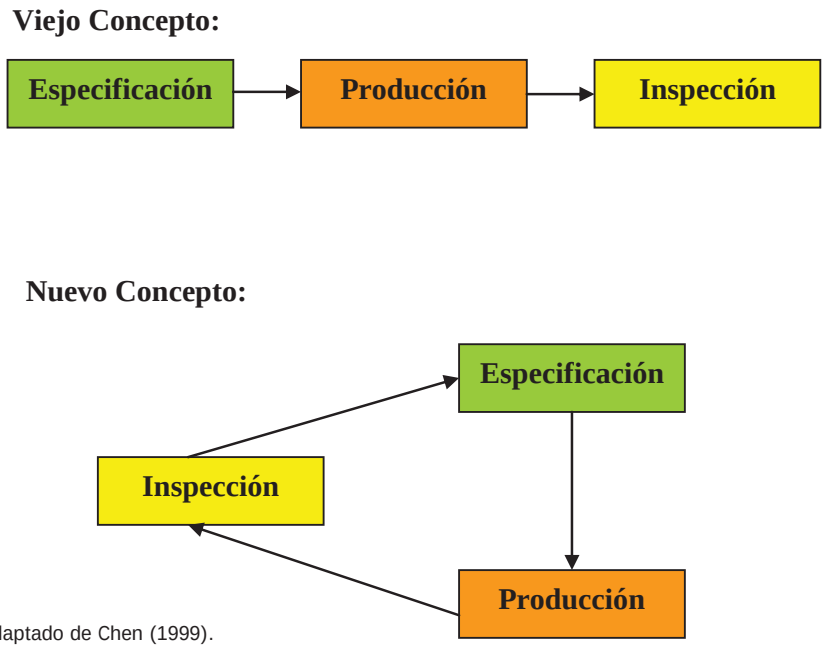
### 1.2.1 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

Shewhart introdujo el concepto de proceso estable en el control estadístico y clasificó las causas de variación en asignables y aleatorias. Desarrolló la metodología de los gráficos de control de proceso, que emplea una gran cantidad de muestras pequeñas tomadas a intervalos regulares. Creía que la falta de información en los ambientes productivos atentaba contra el control y la toma de decisiones científicas; los gráficos de control de procesos fueron su respuesta a esta creencia. A través de sus métodos estadísticos, Shewhart buscó adaptar los procesos gerenciales para crear situaciones beneficiosas tanto para los negocios como para sus clientes.

### 1.2.2 LA MEJORA RETROALIMENTADA

Otra de sus contribuciones importantes fue el desarrollo del Proceso Dinámico de Adquisición del Conocimiento, por el cual el viejo concepto lineal de "Especificación, Producción e Inspección" se reemplaza por un ciclo continuo de mejora retroalimentada, como se muestra en la Figura 7.

***FIGURA Nº 7.***
***PROCESO DINÁMICO DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO.***




FUENTE: Adaptado de Chen (1999).

### 1.2.3 EL CICLO PDSA

La idea de la retroalimentación ocupa un lugar central en los enfoques de Shewhart. En particular, el ciclo PDSA tuvo una gran difusión en las primeras décadas del movimiento de la calidad total, gracias al trabajo de Deming, quien lo tomó de Shewhart y lo difundió en el Japón. El ciclo combina el pensamiento gerencial con el análisis estadístico. Contiene la idea del aprendizaje y la mejora, a través de cuatro pasos que llevan al perfeccionamiento de la calidad. Los pasos dan nombre al ciclo y son *Plan, Do, Study and Act* (Planificar, Hacer, Estudiar, Actuar). En la concepción de Shewhart, la evaluación constante de las prácticas gerenciales y la disposición de los gerentes a no aceptar prácticas poco efectivas son clave para la evolución de la empresa exitosa.

## 1.3 W. EDUARDS DEMING

W. Eduards Deming (1900-1993) fue un creador y difusor de principios, conceptos y métodos para la ingeniería de la calidad. En su larga carrera recibió una sólida formación científica en la Universidad de Yale, donde estudió matemáticas y física. Se desempeñó como profesional y docente en el Departamento de Agricultura de EE.UU., en la Oficina del Censo yen la Universidad de Nueva York. Desde 1950 asesoró a industriales japoneses y publicó trabajos como los siguientes: Principios elementales del control estadístico de calidad; Calidad, Productividad y Posición Competitiva y Out of the Crisis. Por sus contribuciones a la calidad industrial recibió de manos del Emperador del Japón la Segunda Orden del Sagrado Tesoro y también la Medalla Nacional de Tecnología, entregada por el Presidente Ronald Reagan. Cuando Deming fue enviado al Japón después de la Segunda Guerra Mundial, decidió no cobrar por sus clases, consciente de la pobreza del país. La Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE), organizadora de sus cursos, constituyó un fondo con el dinero de los aranceles docentes del consultor, e instituyó con él el Premio Deming, que es hoy el mayor reconocimiento a la calidad en el país asiático.

### 1.3.1 LA PERSPECTIVA SISTEMÁTICA

Deming adoptó una perspectiva sistémica y dinámica de la gestión de la calidad. En 1950 presentó en el Japón una "reacción en cadena de la calidad, el costo y la productividad", con la cual iba en contra de la perspectiva usual, que sostenía que la calidad tenía un costo. Al mejorar la calidad-sostenía Deming-decrecen los costos por la menor cantidad de errores cometidos, las menores demoras y la mejor utilización de las máquinas y los materiales; el resultado es la mejora de la productividad que lleva a capturar mercados al ofrecer mejor calidad a menores precios, permitiendo así la prosperidad de la empresa, que puede ofrecer mejores oportunidades laborales a más gente. En la misma época Deming presentó una perspectiva sistémica de la producción, en la cual se destaca la mejora continua de la organización a través de la cooperación de todas las partes interesadas: proveedores, clientes, responsables del diseño de los productos o servicios, y responsables de las etapas de producción, montaje, inspección y distribución.

### 1.3.2 PROMOCIÓN DEL CICLO DE SHEWHART

Tanto en el Japón como en los EE.UU., Deming promovió el uso del ciclo de Shewhart, a quien había conocido en 1927 cuando éste trabajaba en los Laboratorios Bell. El ciclo se difundió como el ciclo PDSA (Plan - Do – Study - Act) o PDCA (Plan – Do – Check - Act). Desde su introducción en 1950, el ciclo es conocido en el Japón como ciclo de Deming.

### 1.3.3 EL SISTEMA DE CONOCIMIENTO PROFUNDO

En años recientes, Deming volcó su experiencia en el sistema de "conocimiento profundo", que destaca la importancia de los conceptos de sistemas, la variación estadística, la teoría como fundamento de la práctica, y la psicología. Examinemos estos puntos.

1. La visión sistémica de la organización hace hincapié en la consideración de las interrelaciones entre las funciones de una organización así como en el estudio de los costos de la optimización parcial de ellas. El rendimiento de una función debe medirse en términos de su contribución a los objetivos del sistema en su conjunto. La necesidad de la cooperación y comunicación entre las funciones aumenta con la interdependencia.
2. La teoría de la variación estadística se aplica en los procedimientos, la gente, las máquinas y los productos y servicios. Deming sostenía que el problema central de la administración es "la imposibilidad de comprender la información (contenida) en la variación". Todos los productos y servicios son el resultado de procesos que presentan variación. Ésta puede tener dos tipos de causas: aleatorias o asignables. La detección de estas causas es tema del control estadístico de procesos (CEP), que permite realizar recomendaciones importantes para la toma de decisiones gerenciales y operativas.
3. La "teoría del conocimiento", en la terminología de Deming, no es sino un nombre elegante para una vieja verdad: la gente necesita comprender la teoría antes de llevar la a la práctica. El relato de experiencias y el uso de ejemplos no enseñan, a menos que estén acompañados del estudio teórico. En la práctica, la implementación de

un sistema de calidad debe ser posterior a una comprensión profunda de sus pilares teóricos: ignorar esta norma puede llevar al caos.

4. La psicología, para Deming, cumple un papel de palanca motivadora. La gente difiere entre sí en cuanto a sus necesidades psicológicas y es una tarea del líder utilizar estas diferencias para optimizar el rendimiento del grupo.

Estos cuatro elementos deben integrarse para lograr el conocimiento profundo de la organización y su gente y son un resumen filosófico del pensamiento de Deming. Sin embargo, es en sus famosos 14 puntos donde se ve a Deming de cuerpo entero: ellos muestran que, a pesar de su formación matemática, Deming era muy consciente de que la estadística por sí sola no alcanza para lograr una organización eficiente y armónica.

### 1.3.4 LOS 14 PUNTOS DE DEMING

Para captar mejor su esencia los hemos clasificado en las tres categorías de la Tabla 6: constancia de propósito, mejora continua y trabajo en equipo.

## *TABLA Nº 6.*
## *LOS 14 PUNTOS DE DEMING.*

| Grandes temas | Los 14 puntos con su numeración original | Comentarios |
|---|---|---|
| **Constancia de propósito** | 1. Crear constancia de propósito en la mejora de los productos y servicios. | La misión de la empresa es crear puestos de trabajo, innovando, investigando, mejorando continuamente. |
| | 14. Realizar acciones para lograr la transformación. | Se debe trabajar con un plan de acción que guíe a la alta gerencia. |
| **Mejora continua** | 2. Adoptar la nueva filosofía. | La gerencia debe transformarse y hacer de la calidad una nueva religión: debemos creer en la calidad como antes creíamos en el progreso. |
| | 3. Cesar la dependencia de la inspección masiva. | La calidad no resulta de la inspección sino de la bondad de los procesos. Usar el control estadístico de procesos con las piezas críticas. |
| | 4. Terminar con la práctica de otorgar negocios sólo sobre la base del precio. | Se debe buscar la calidad y mejorarla a través de la relación con un proveedor único, en relaciones de largo plazo. |
| | 5. Mejorar constantemente y para siempre el sistema de producción y servicio. | La mejora no es un esfuerzo puntual, sino continuo. Debe orientarse a los procesos y no a "apagar incendios". |
| | 6. Institucionalizar el entrenamiento. | Entrenar siempre, por lo menos hasta que los sistemas estén bajo control estadístico. |
| | 11. Revisar los estándares de trabajo para mejorar la calidad. | Un standard correcto debe indicar qué es aceptable y qué no lo es en términos de calidad. Los standards no deben establecer cuotas. |
| | 12. Eliminar las barreras que quitan a la gente el orgullo de la habilidad artesanal. | Ellas son: supervisores mal orientados, materias primas defectuosas, equipos con defectos. |
| | 13. Estimular la educación y el entrenamiento permanente para todos. | Esto es tan válido para los gerentes como para los operarios y empleados. |
| **Trabajo en equipo** | 7. Adoptar e institucionalizar el liderazgo. | El papel del supervisor es liderar, antes que ordenar o sancionar. Liderar significa ayudar a la gente a hacer un trabajo mejor. |
| | 8. Eliminar el miedo. | Es necesario que la gente se sienta segura en su trabajo para que mejore la calidad y la productividad. De lo contrario, la gente no pregunta y no habla. |
| | 9. Romper las barreras entre las áreas del personal. | El trabajo en equipo es clave. Técnicas como *el just-in-time* no son viables sin la cooperación de todos. |
| | 10. Eliminar slogan s, exhortaciones y metas para los operarios. | Los slogans y exhortaciones no ayudan a hacer un buen trabajo. Las metas, sin un método para lograrlas, no son útiles. |

FUENTE: Chen (1999).

### 1.3.5 LAS CINCO ENFERMEDADES MORTALES

Algunas de las ideas más importantes de la filosofía de Deming se resumen en las "cinco enfermedades mortales de la gerencia":

1. La falta de constancia de propósito, evidenciada por la falta de planes y objetivos de largo plazo.
2. El énfasis en los beneficios de corto plazo, que sacrifican el crecimiento de largo plazo de la organización.
3. La calificación anual del rendimiento, que es arbitraria, subjetiva y desmoralizadora para los empleados; atenta contra el trabajo en equipo, promoviendo el miedo.
4. La alta movilidad de la gerencia, que no permite conocer y entender a la organización, por la falta de raíces en ella.
5. La utilización de medidas numéricas visibles, financieras, en desmedro de números desconocidos pero más significativos.

## 1.4 JOSEPH M. JURAN

Joseph M. Juran (1904-) se formó como ingeniero en la Universidad de Minnesota y como abogado en la Universidad de Loyola. Trabajó en la Planta de Hawthorne de la Western Electric, como inspector de calidad, y en la Universidad de Nueva York, como profesor y Director del Departamento de Ingeniería Administrativa. Cuatro años más tarde que Deming llegó al Japón para participar en lo que luego se percibiría como la revolución japonesa de la calidad. Por su papel en esta empresa recibió la Orden del Sagrado Tesoro. Recibió también la Medalla Nacional de Tecnología de los EE.UU. Desde 1951 es editor del Manual de Control de Calidad, el libro de referencia por excelencia de la especialidad. En 1979 fundó el Instituto Juran.

### 1.4.1 CONCEPTOS SOBRE LA CALIDAD Y SU GESTIÓN

Juran definió la calidad como "adecuación al uso". Además de promover la aplicación de métodos estadísticos a la mejora de la calidad, desarrolló estrategias de implementación que contemplan aspectos organizativos, como los consejos de calidad y los equipos de calidad. Su trabajo consideró el diseño de métodos prácticos para los proyectos de mejora de la calidad. Se preocupó,

además, por ampliar el concepto del costo de la (mala) calidad. Adoptó el enfoque de sistemas a través de la "espiral del progreso" que une gráficamente todas las funciones necesarias para lanzar un producto o servicio.

### 1.4.2 LA TRILOGÍA DE LA CALIDAD

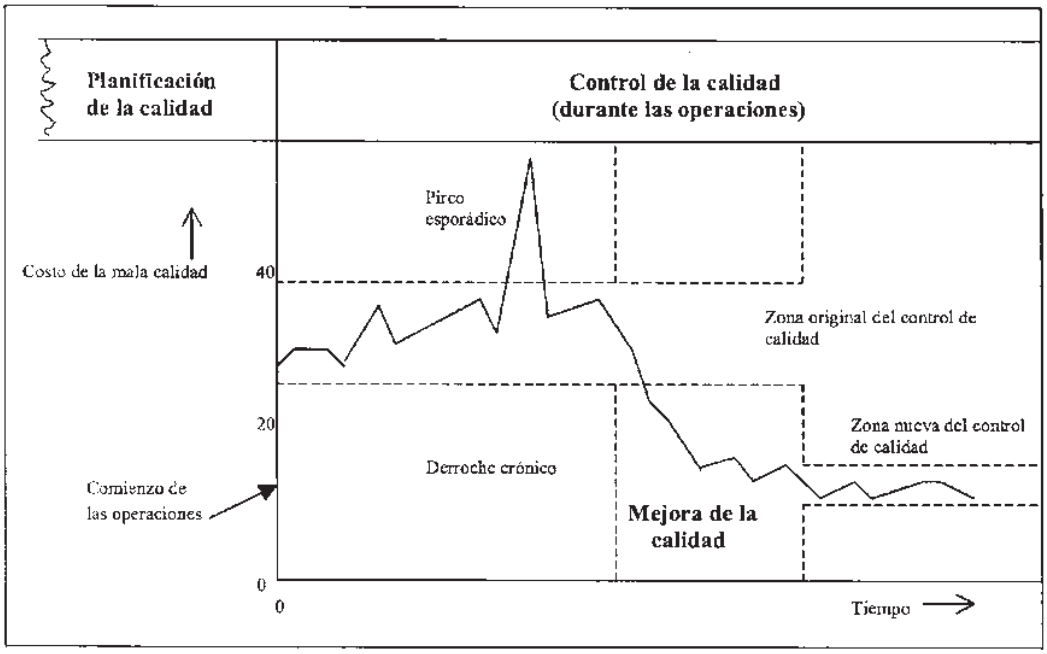
Juran desarrolló la trilogía de la calidad, que atiende a sus tres procesos básicos: la planificación, el control y la mejora. Estos procesos se esquematizan en la Figura 8, que tiene como ejes el tiempo y el costo de la mala calidad. Se observa que, antes de la etapa operativa, existe una etapa de planificación de la calidad, durante la cual se establecen niveles porcentuales aceptables de defectos en la producción, siguiendo la tradición del control estadístico de procesos. El objetivo de la trilogía es desarrollar productos y procesos que cumplan con los requerimientos de los clientes. Se determina, en primer lugar, quién es el cliente y qué necesita, a fin de planificar productos adecuados y desarrollar los procesos de fabricación. Los planes resultantes se convierten en planes operativos. En esta etapa se consideran aspectos del costo de la calidad.

Durante las operaciones, el control se realiza según la metodología del control de procesos, evaluando la calidad producida por el sistema y cerrando, si existiera, la brecha entre los resultados y los objetivos. La etapa de control requiere del personal un buen dominio estadístico y técnico, que incluye la aplicación de métodos para la resolución de problemas.

En general, en la producción de bienes y servicios se dan costos innecesarios debidos al derroche crónico. Existe allí una oportunidad de mejora, que se realiza en la tercera etapa de la trilogía, cuando se reduce el nivel de defectos (y, por ende, de derroche) para llevar al proceso a una nueva etapa de control estadístico. El ideal es lograr una calidad con niveles sin precedentes. Para ello se debe establecer una estructura adecuada para el perfeccionamiento de la calidad, que identifique necesidades específicas de mejora y que permita formar equipos de proyecto para lograrla. Estos equipos deben contar con los recursos y el entrenamiento necesario para planificar los cambios y llevarlos a

la práctica. A partir de la etapa de mejora el sistema se retroalimenta con las lecciones aprendidas.

***FIGURA Nº 8.***
***LA TRILOGÍA DE JURAN.***




FUENTE: Rao et al. (1996, p. 41).

### 1.4.3 LOS COSTOS DE LA CALIDAD

Una creación importante de Juran fue el concepto de los costos de la calidad, que son aquellos costos asociados con la producción, identificación y reparación de productos o servicios que no cumplen con las expectativas impuestas por la empresa productora. En gran medida por su influencia, desde la década de 1950, numerosas empresas comenzaron a evaluar formalmente los costos de la calidad; influyeron en esta decisión diversas razones, como la conveniencia de comunicar mejor la importancia de la calidad a una audiencia entrenada en el uso de variables monetarias. Es usual clasificar a los costos de la calidad en costos de conformidad y costos de no-conformidad. Los costos de conformidad son aquéllos en que se incurre para asegurar que los bienes y servicios provistos responden a las especificaciones. Incluyen los costos de las etapas de diseño y fabricación destinados a prevenir la falta de adecuación a los estándares, y se clasifican en costos de prevención y de evaluación. Los costos de no-conformidad se presentan asociados a fallas, es decir, están

vinculados con productos o servicios que no responden a las especificaciones; se clasifican en costos de falla interna y costos de falla externa.

El modelo de Juran supone un compromiso entre las dos categorías de costos: Mientras que los costos de fallas internas y externas (la primera categoría) disminuyen con el incremento del porcentaje de conformidad de los productos, los costos de evaluación y prevención (la segunda categoría) aumentan cuando se busca lograr un porcentaje de conformidad mayor. Existe un punto mínimo para los costos totales de la calidad, que se verifica para algún valor de la calidad de conformidad menor que el 100%. Para valores bajos de calidad de conformidad, ésta se puede incrementar significativamente con pequeñas inversiones en prevención y evaluación. Sin embargo, al acercarse la conformidad al 100%, los costos de prevención y evaluación tienden a infinito. Por el contrario, los costos de falla disminuyen gradualmente, hasta alcanzar un valor nulo, cuando la conformidad se acerca al 100%. En otras palabras, la excesiva perfección es demasiado cara, y el gerente debe buscar el nivel de calidad en el cual los costos de prevención y evaluación igualen a los costos de fallas externas e internas. En años recientes, Juran ha modificado esta perspectiva, atribuyendo a las nuevas tecnologías la posibilidad de tener como objetivo realizable el "cero defecto".

### 1.4.4 LOS 10 PASOS DE JURAN

Al igual que Deming, Juran escribió un catálogo de recomendaciones, conocidas como los 10 pasos de Juran para la mejora de la calidad:

1. Crear la conciencia de la necesidad y oportunidad de mejorar.
2. Fijar los objetivos de la mejora.
3. Organizarse para alcanzar los objetivos (establecer un consejo de calidad, identificar los problemas, seleccionar proyectos, designar equipos y facilitadores).
4. Entrenar.
5. Llevar a cabo los proyectos para resolver los problemas.
6. Informar sobre el progreso.
7. Proveer reconocimiento.

8. Comunicar los resultados.
9. Mantener marcadores.
10. Mantener el impulso, haciendo que la mejora anual sea parte de los sistemas y procesos normales de la compañía.

### 1.4.5 LA ORGANIZACIÓN Y EL CLIENTE

Durante su larga vida, Juran ha promovido un concepto de la gestión de calidad fundado en su comprensión de la vida organizacional y en lo que hoy llamamos "la voz del cliente". Da gran importancia a la alta gerencia organizada en consejos de planificación de la calidad, que fijan las políticas y metas de la calidad, junto a la asignación de los recursos necesarios para llevadas a la práctica; entre ellos, se destaca el entrenamiento.

## 1.5 KAORU ISHIKAWA

Kaoru Ishikawa (1915-1989) estudió química aplicada en la Universidad de Tokio, donde llegó a ser profesor durante casi tres décadas; lideró el movimiento de control de calidad japonés, al cual dedicó toda su vida profesional, y definió su estructura básica. Fue director del Grupo de Investigación sobre Control de Calidad de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE).

Combinó enfoques organizacionales con el diseño y uso de herramientas de uso generalizado en la empresa. Llevó el control de calidad al nivel de los supervisores y operarios, que debían conocer y aplicar las siete herramientas clásicas de la calidad. Consideró que el control de calidad era una "revolución del pensamiento" que se centraba en el cliente. Sus contribuciones técnicas lo llevaron a ganar el premio Deming individual en 1952 y la Medalla Shewhart en los EE.UU.

### 1.5.1 EL DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTO Y OTRAS CONTRIBUCIONES

Desarrolló el diagrama de causas y efecto, que hoy lleva su nombre, y los círculos de calidad, por lo cual se lo conoce como "el padre de los círculos de calidad del Japón". Dio gran importancia al trabajo en equipo para resolver los

problemas de la calidad. Esto suponía un entrenamiento permanente de la fuerza laboral, al cual colaboró con sus libros y conferencias. También hizo hincapié en la importancia del cliente como destinatario de la calidad: Para Ishikawa, el cliente era tanto "el próximo en la línea", es decir, el cliente interno, como el usuario final del producto. El cliente final transmitía sus necesidades al empleado más cercano al mercado quien, a su vez, transmitía aguas arriba los requerimientos del cliente.

Trabajó también en el control de calidad interfuncional y en la subcontratación y el aprovisionamiento. Promovió el uso de herramientas estadísticas simples en el piso de la fábrica y simplificó las siete herramientas clásicas de la calidad para facilitar su aplicación. Desarrolló las auditorías de control de calidad y el diagnóstico del control de calidad por parte de la alta gerencia. Su obra Total Quality Control (1960) es un clásico traducido a varios idiomas.

## 1.6 GEN'ICHI TAGUCHI

Gen'ichi Taguchi (1924- ) perteneció al Instituto de Estadística Matemática del Ministerio de Educación del Japón (1948-1950) y al Laboratorio de Comunicaciones Eléctricas de la empresa Nippon Telephone and Telegraph. Publicó libros sobre diseño experimental (Experimental Design and Life Test Analysis y Design of experiments) y combinó una carrera académica de profesor universitario (Aoyama Gakuin University) con desarrollos en el ámbito privado norteamericano, como Director Ejecutivo del American Supplier Institute, iniciados en 1983. Recibió el premio Deming Individual en cuatro ocasiones y un doctorado de la Universidad de Kyushu, en 1962.

### 1.6.1 LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA Y EL CONCEPTO DE CALIDAD

A diferencia de las técnicas más conocidas de la gestión de calidad, el enfoque de Taguchi es complejo, a pesar del esfuerzo de su creador por llevar a un terreno práctico el diseño experimental. Antes que la satisfacción de especificaciones, mide la calidad en términos de la función de pérdida, que establece la pérdida que la sociedad sufre como consecuencia de la mala calidad.

Para Taguchi, calidad significa conformidad con las especificaciones. Apartarse de las especificaciones equivale a ocasionar al cliente y, en última instancia, a la sociedad, una pérdida. Taguchi se apartó de la sabiduría convencional, que suponía que calidad equivalía a producir dentro de los márgenes de tolerancia, y postuló que el costo de la mala calidad se incrementa con el alejamiento del valor de diseño, produciendo una pérdida para el cuerpo social. La función de pérdida vale cero cuando el desvío con respecto al parámetro objetivo es nulo y se incrementa cuadráticamente cuando los valores de los productos fabricados se acercan a los límites de tolerancia. En otras palabras, los productos cercanos a los límites de tolerancia son productos "casi" defectuosos y los gerentes deben trabajar para reducir la variabilidad de sus procesos de producción.

### 1.6.2 IMPORTANCIA DEL DISEÑO ROBUSTO

Es posible incorporar la calidad en los productos desde su diseño, sin aumentar su costo; los problemas deben eliminarse en el laboratorio de diseño, no en la fábrica o en el campo. Es necesario diseñar productos robustos que toleren variaciones en el proceso de producción y durante el servicio de mantenimiento. Los métodos estadísticos deben seleccionar los factores importantes que afectan el diseño. Taguchi establece su metodología para:

1. Diseñar productos y procesos robustos a las condiciones ambientales.
2. Diseñar y desarrollar productos robustos a la variación en sus componentes.
3. Minimizar la variación alrededor de un valor objetivo.

La ingeniería de la calidad de Taguchi combina métodos estadísticos y de ingeniería para optimizar los procesos de diseño y fabricación de modo que aumente la calidad y se reduzcan los costos de los productos. El diseño de experimentos juega un papel esencial en el enfoque de Taguchi, pues ayuda a identificar los factores que más intervienen en la generación de problemas de calidad o, alternativamente, los factores que más contribuyen a lograr

resultados positivos. A lo largo de este proceso, se fortalece la cooperación entre diversos niveles y áreas de la empresa.

## 1.7 ARMAND VALLIN FEIGENBAUM

Armand Vallin Feigenbaum (1920- ) combinó experiencia académica e industrial. En el Instituto de Tecnología de Massachusetts desarrolló el concepto de Control de Calidad Total, mientras realizaba su doctorado, que obtuvo en 1951. Entre 1942 y 1968 trabajó en General Electric; en la Planta de Schenectady, Nueva York, fue puesto a cargo de los programas de calidad cuando, trabajando con motores jet, descubrió que las técnicas estadísticas le permitían mejorar su rendimiento. Publicó Total Quality Control Engineering and Management (1961) y The Organizational Process (1980). Es miembro de la Comisión de Evaluadores del Malcolm Baldrige National Quality Award, el premio a la calidad norteamericano. Desde General Systems, su consultora privada fundada en 1968, continúa promoviendo el concepto de control de calidad total.

### 1.7.1 IDEAS ORIGINALES

Feigenbaum introdujo muchas de las ideas que hoy se aceptan como obvias en la Calidad Total, a la cual denomina "control de calidad total". Sostiene que el éxito del control de calidad depende de la conciencia que la alta gerencia y todos los niveles inferiores tengan sobre ella, y que los factores humanos afectan a la calidad más que los tecnológicos.

El control de calidad comienza en las fuentes, es decir, durante las etapas de diseño, compra y manufactura. Y continúa en los procesos siguientes de la producción industrial: recepción de materiales, montaje, despacho, instalación y servicio postventa. Las ventajas del control de calidad alcanzan no sólo a la calidad y al diseño, sino que se materializan también en los menores costos (el costo es inseparable de la calidad), la mejora en el ánimo de los empleados y la reducción de los cuellos de botella en la fábrica.

### 1.7.2 EL DECÁLOGO DE FEIGENBAUM

La edición del 40º aniversario de la publicación inicial del libro Total Quality Control define el control de calidad total con el siguiente decálogo para el éxito:

1. La calidad es un proceso que abarca a toda la empresa.
2. La calidad es 10 que el cliente dice que es.
3. Calidad y costo constituyen una suma, no una diferencia.
4. La calidad requiere celo individual y celo de equipo.
5. La calidad es un estilo de gestión.
6. La calidad y la innovación son mutuamente dependientes.
7. La calidad es una ética.
8. La calidad requiere la mejora continua.
9. La calidad es la ruta más efectiva a la productividad en términos de costo e intensidad de capital.
10. La calidad se implementa con un sistema total conectado con los clientes y proveedores.

Estas ideas hacen de la calidad un medio para concentrar totalmente a la empresa en el cliente, ya se trate del usuario final o del operario de la estación de trabajo siguiente, y resumen la experiencia de uno de los fundadores importantes (no siempre reconocido) del movimiento de la Calidad Total.

## 1.8 PHILIP BAYARD CROSBY

Philip Bayard Crosby (1926- ) estudió inicialmente podología, siguiendo los pasos de su padre, aunque nunca abrazó esta profesión. Trabajó en Bendix Mishawaka. Fue gerente de calidad de Martin Co., Florida (1957-1965), posición desde la cual pasó a desempeñarse como Vicepresidente de Calidad de ITT, en Nueva York (1965-1979). Dirige hoy su propia consultora con sede en Florida. Sus libros más conocidos son Quality is Free (1978) y Quality Without Tears (1984).

### 1.8.1 CONCEPTO DE LA CALIDAD

Para Crosby, la calidad equivale a la conformidad con los requerimientos. La prevención es el sistema de la calidad y el standard debe ser el cero defecto. La calidad es gratis, la mala calidad cuesta y la medida de la calidad no son los indicadores, sino que es el precio que se paga por la falta de conformidad.

### 1.8.2 LOS 14 PASOS DE CROSBY

Crosby enunció sus 14 pasos para la mejora de la calidad:

1. Compromiso de la gerencia: Dejar en claro que la gerencia está comprometida con la calidad.
2. Mejora de la calidad: Formar equipos de mejora con representantes de cada departamento.
3. Medición de la calidad: Determinar dónde están los problemas de calidad actuales y potenciales.
4. Evaluación del costo de la calidad: Evaluar el costo de la calidad y explicar su utilización como herramienta de gestión.
5. Conciencia de la calidad: Utilizar la conciencia de la calidad y la preocupación personal de todos los empleados.
6. Acción correctiva: Actuar para corregir problemas identificados en los pasos previos.
7. Establecer un comité para el programa: Establecer un comité ad-hoc para el programa de cero defectos.
8. Entrenamiento de los supervisores: Entrenar a los supervisores para que lleven a cabo su parte del programa.
9. Día del cero defecto: Instituir un día de cero defectos para que los empleados comprendan que ha habido un cambio.
10. Fijación de objetivos: Estimular a la gente para que fijen objetivos de mejora para sí y para sus grupos.
11. Eliminación de las causas de errores: Estimular a los empleados para que comuniquen a la gerencia los obstáculos que encuentran para lograr sus objetivos de mejora.
12. Reconocimiento: Reconocer y apreciar a aquéllos que participan.

13. Consejo de calidad: Establecer consejos de calidad para comunicar con frecuencia regular.
14. Repetirlo: Repetir y repetir para destacar que la mejora de la calidad nunca termina.

### 1.8.3 DE LA CULTURA A LOS PROCESOS

Para finalizar, destacamos que Crosby siempre dio importancia central a la transformación de la cultura de la organización, sus actitudes y comportamientos, aunque en la última década comenzó a valorar también, en sus seminarios, la importancia del control estadístico de procesos.

## 1.9 UN CUERPO INTEGRADO DE VALORES Y HERRAMIENTAS

La Tabla 7 resume los temas abordados en sus escritos por los fundadores de la calidad total. No es exhaustiva, sino más bien ilustrativa. Los temas han sido clasificados en dos categorías: valores y herramientas. Los primeros describen los temas a los que la calidad total presta especial atención por la efectividad con que contribuyen al logro de los objetivos generales de la firma y a la creación y mantenimiento de la calidad de sus productos y servicios. Algunos valores son instrumentales, mientras que otros constituyen fines en sí mismos. Los valores no son totalmente independientes entre sí, sino que pueden estar vinculados. Las herramientas, por otra parte, son métodos generales, como la aplicación del ciclo PDCA, o específicos, como el uso del control estadístico de procesos.

La Tabla 7 registra la preocupación de los expertos por considerar cada tema y no necesariamente hay coincidencia de opinión entre todos ellos: por ejemplo, en materia de costos de la calidad, la perspectiva de Taguchi no coincide con la de Crosby, pero estas diferencias son menores cuando se las compara con las coincidencias. En efecto, hay entre los precursores tantos puntos de contacto que es legítimo hablar de una escuela de pensamiento coherente.

## *TABLA Nº 7.*
## *TEMAS COMUNES DE LOS FUNDADORES DE LA CALIDAD TOTAL.*

| Cat. | Temas | Shewhart | Deming | Juran | Ishikawa | Taguchi | Feigenbaum | Crosbv |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valores | Organiza-ción y trabajo en equipo | | El trabajo en equipo es clave. | Promoción de los consejos de calidad y equipos de calidad. | Promoción de los círculos de calidad.<br><br>Control de calidad interfuncional.<br><br>Destacó la importancia del trabajo con proveedores. | Las distintas áreas funcionales deben cooperar para identificar los factores clave de la calidad. | Los factores humanos afectan a la calidad más que los tecnológicos. Importancia del celo individual y de equipo. | Recomienda formar equipos de mejora con gente de todos los departamentos. |
| | Mejora continua | Introdujo el proceso dinámico de adquisición del conocimiento.<br><br>Introdujo el ciclo PDSA. | Difusión del ciclo PDCA.<br><br>Destacó la importancia de los procesos. | Propuso la trilogía de la calidad. | Sostiene que la mejora es un proceso continuo. | | La calidad requiere la mejora continua. | La mejora de la calidad nunca termina.<br><br>El standard debe ser el cero defecto. |
| | Perspectiva sistémica | | Presentó la reacción en cadena de la calidad, el costo y la productividad.<br><br>Desarrolló el sistema de "conocimiento profundo". | Abordó un enfoque de sistemas a través de la espiral del progreso, que une todas las funciones necesarias para lanzar un producto o servicio. | | | Creador del concepto de control de calidad que abarca a toda la empresa.<br><br>Sistema total empresa-clientes-proveedores. | |
| | Objetivos importantes de la gestión de calidad | Adaptar los procesos gerenciales para crear situaciones beneficiosas para los negocios y para sus clientes. | Crear puestos de trabajo, innovando, investigando, mejorando continuamente.<br><br>Desarrollo de la relación con un proveedor único, de largo plazo. | Satisfacer las necesidades del cliente viendo qué necesita y desarrollando productos adecuados al uso, es decir, productos de calidad. | Revolución del pensamiento, centrada en el cliente.<br><br>La principal preocupación de la empresa es la felicidad de la gente vinculada con ella. | Calidad es conformidad con las especifica-ciones.<br><br>Busca satisfacer los requerimientos de los clientes. | La calidad es lo que el cliente dice que es.<br><br>La calidad y la innovación son interdepen-dientes. | La calidad equivale a la conformidad con los requerimien-tos. |
| | Actividades importantes | | Crear conciencia.<br><br>Entrenar.<br><br>Instituciona-lizar el liderazgo.<br><br>Eliminar el miedo.<br><br>Establecer una cultura de la calidad con el compromiso de la alta dirección. | Crear conciencia.<br><br>Entrenar.<br><br>Establecer cultura de la calidad con el compromiso de la alta dirección. | Entrenar. | Incorporar la calidad desde el diseño.<br><br>Diseñar productos y procesos robustos. | Crear conciencia a todo nivel.<br><br>El control de la calidad debe comenzar en las etapas de diseño, compra y manufactura. | Transformar la cultura de la organización, sus actitudes y comporta-mientos.<br><br>Establecer una cultura de la calidad con el compromiso de la alta dirección. |

FUENTE: Enrique Yacuzzi (Universidad del CEMA).

**TABLA Nº 7 (CONTINUACIÓN).**
**TEMAS COMUNES DE LOS FUNDADORES DE LA CALIDAD TOTAL.**

| Cat. | Temas | Shewhart | Deming | Juran | Ishikawa | Taguchi | Feigenbaum | Crosbv |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Herramientas | Uso de los indicadores y standards | | Los standards no deben establecer cuotas.<br><br>Eliminar metas para los operarios. | Los objetivos escritos son necesarios, pero deben ser acompañados de un plan para lograrlos. | | | | La medida de la calidad no son los indicadores, sino el precio de la falta de conformidad. |
| | Métodos estadísticos | Control estadístico de procesos. | Control estadístico de procesos. | CEP, gráficos y métodos estadísticos. | Simplificó las Siete herramientas clásicas. | Minimizar la variación alrededor de un valor objetivo.<br><br>Diseño de experimentos. | Son solo segmentos de un programa de control de calidad integral. | En la última década comenzó a valorar la importancia del CEP en sus seminarios. |
| | Costo de la calidad | | Costo y calidad no son conceptos contrapuestos. | Desarrolló el concepto de costo de la calidad.<br><br>El costo de la calidad es el centro de la medición. | | Función de pérdida. | El costo es inseparable de la calidad.<br><br>Calidad: ruta más corta a la productividad. | Evaluar el costo de la calidad y utilizarlo como herramienta de gestión.<br><br>El costo de la calidad es el centro de la medición. |

FUENTE: Enrique Yacuzzi (Universidad del CEMA).

## 1.10 NORMA ISO 9001

En los últimos años, una gran parte de las empresas ha adoptado el ISO como una forma de mejorar sus procesos. El ISO 9001 es una norma que ha sido desarrollada hoy día por las empresas con la idea de controlar sus procesos y así mantener su productividad y competitividad. El sistema de gestión de calidad ISO se basa en los siguientes principios:

1. Organización enfocada al cliente
2. Liderazgo
3. Participación del personal
4. Enfoque basado en los procesos
5. Enfoque de sistema para la gestión
6. Mejora continua
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

En cuanto al principio de la mejora continua que señala ISO, la idea es sobrevivir en el mercado. Es un hecho, que las cosas nunca permanecen igual, pueden empeorar o pueden mejorar. En una organización, una mejora continua se aprecia con los resultados de antes comparándolos con los actuales; así como comparándolos con la competencia.

La mejora continua se despliega a través de diversos elementos de la Norma ISO 9001:

### 1.10.1 GENERALIDADES DE MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA

Este elemento señala que la mejora continua es un instrumento que hace evolucionar a niveles de calidad más altos, desarrollando una cultura de calidad en la organización. Los principales mecanismos que determinan lograr la mejora continua son las acciones correctivas y preventivas, así como los proyectos de mejora.

### 1.10.2 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

A través de medir la satisfacción del cliente, se retroalimenta al sistema de calidad. La retroalimentación estriba en realizar un plan de acción (acciones correctivas o preventivas, o bien, proyectos de mejora) que permita a través de sus actividades mejorar el nivel de servicio a los clientes. En este caso, puede ser a través de encuestas o cuestionarios, quejas de los clientes, datos de estudios referenciales o benchmarking, observaciones directas con los clientes, y los índices de conservación de clientes. Desde luego, toda información hay que analizarla adecuadamente para establecer precisamente mejoras a las organizaciones.

### 1.10.3 AUDITORÍA INTERNA

El establecimiento de auditorías del sistema de gestión de la calidad constituye un mecanismo para determinar los avances del sistema en diferentes áreas, tales como en la implantación, en el proceso, en el producto y como parte de la organización. Con el nuevo enfoque de ISO en la versión 2000, el auditor se enfoca en los procesos y su implantación. El auditor observa los resultados que vayan generándose a través de todo el proceso, a través de informes, registros

u otras mediciones. En las auditorías se pretende buscar la existencia de un sistema de mejora basado en el cumplimiento de la política de calidad, y de los objetivos medibles de calidad de la empresa. También, la mejora se observa en el cumplimiento de los requisitos del cliente, de su capacidad para lograrlos, y en caso contrario el establecimiento de acciones correctivas y preventivas.

### 1.10.4 MEJORA CONTINUA

El propósito fundamental de un sistema de gestión de calidad es generar un ciclo que permita la mejora basándose en la medición. Como señala Domínguez y Yarto (2007), en su segundo mandamiento, "Medir para Controlar" y también, Talley (1991) observa desde la introducción, "lo que no se mide, no se controla; y lo que no se controla no se puede administrar". Las mediciones de los principales aspectos del proceso, del producto, de la satisfacción del cliente, y las mismas auditorías son esenciales para que una empresa pueda mejorar. La mejora se da al detectar las no conformidades, efectuar acciones correctivas, acciones preventivas y a través de proyectos de mejora. Nava y Jiménez (2005) hacen la observación del término "continua", ya que supuestamente para algunos no se puede mejorar de una manera constante, y en el cual se puede llegar a pensar como una falacia. Sin embargo, para el sistema ISO 9001:2000 el proceso de mejora continua existe, porque siempre va a haber acciones correctivas y preventivas.

### 1.10.5 ACCIÓN CORRECTIVA

La acción correctiva se deriva de un error y es un mecanismo de mejora precisamente para prevenir la ocurrencia. Las acciones correctivas deben ser analizadas profundamente encontrando la causa raíz – puede usarse un análisis de causa y efecto. La oportunidad de analizar la acción correctiva es considerada como una mejora.

### 1.10.6 ACCIÓN PREVENTIVA

Generalmente, la ejecución de las acciones preventivas en las empresas es difícil que se presenten pues requieren esfuerzos adicionales ya que el personal está involucrado en resolver los múltiples problemas rutinarios. Las acciones preventivas se realizan para evitar las no conformidades potenciales;

es decir, los eventos que no han sucedido pero pueden tener una cierta posibilidad de que suceda. Existen técnicas para ayudar a detectar las no conformidades potenciales como el análisis de riesgos y el análisis de modo efecto de falla, así como el mismo análisis de causa y efecto.

## 1.11 SEIS SIGMA

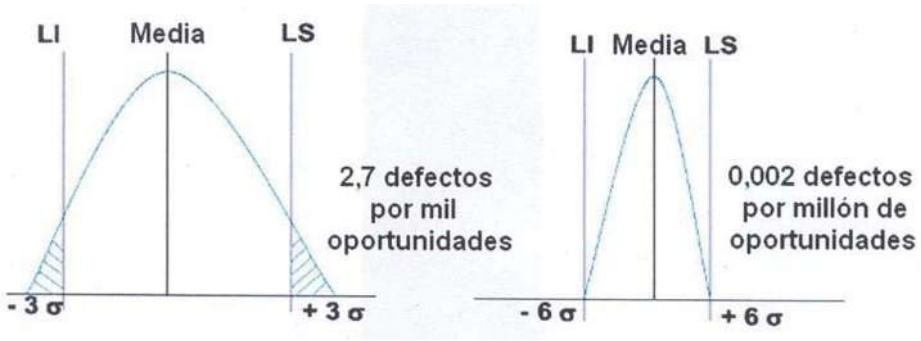
La historia de Seis Sigma se inicia a mediados de los años 80 en Motorola cuando un ingeniero (Mikel Harry) comienza a estudiar la reducción en la variación de los procesos para mejorarlos. Esta herramienta tenía una fuerte base estadística y pretendía alcanzar unos niveles de calidad en los procesos y en los productos de la organización próximos a los cero defectos. Constituye una metodología sistemática para reducir errores, concentrándose en la mejora de los procesos, el trabajo en equipo y con una gran implicación por parte de la Dirección (de Benito, 2000; Membrado, 2004; Harry y Schroeder, 2004).

En los años 90, Jack Welch, presidente de General Electric decidió utilizar Seis Sigma consiguiendo resultados económicos espectaculares. Desde entonces, Seis Sigma se ha convertido en una de las herramientas de mejora más utilizadas, habiendo sido adoptada por compañías como Motorola, General Electric, Allied Signal, Polaroid, Toshiba, Honeywell, City Bank o American Express. Más recientemente Seis Sigma ha llegado a Europa donde numerosas empresas están empezando a implantarla (en España, empresas como Telefónica, e-La Caixa o Iberia).

La letra griega sigma ($\sigma$) se utiliza en estadística para representar la variación típica de una población. El "nivel sigma" de un proceso mide la distancia entre la media y los límites superior e inferior de la especificación correspondiente (Figura 9). Ha sido habitual considerar como suficiente que un proceso tuviese una desviación de $\pm 3\sigma$, lo cual significa que dicho proceso era capaz de producir sólo 2.7 defectos por cada mil oportunidades. La idea de un "porcentaje de error aceptable" (a veces denominado un "nivel de calidad aceptable") es un curioso remanente de la era del "control de calidad". En aquellos tiempos se podían encontrar maneras de justificar estadísticamente los naturales fallos humanas, sosteniendo que nadie podía ser perfecto.

Hoy día dicho nivel de calidad es inaceptable para muchos procesos (supondría aceptar 68 aterrizajes forzosos en un aeropuerto internacional cada mes, o bien 54,000 prescripciones médicas erradas por año). Seis Sigma hace referencia a un nivel de calidad capaz de producir con un mínimo de 3.4 defectos por millón de oportunidades (0.09 aterrizajes forzosos en un aeropuerto internacional cada mes, o una prescripción médica errada en 25 años). Esta calidad se aproxima al ideal del cero-defectos y puede ser aplicado no sólo a procesos industriales, sino a servicios.

***FIGURA Nº 9.***
***NIVELES SIGMA DE UN PROCESO.***




FUENTE: Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Mejora de Resultados de los Proyectos de Construcción.

Seis Sigma es una filosofía que promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y organizada, que permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos a la vez que mejorar la satisfacción de sus clientes, todo ello en un periodo de tiempo muy corto. Los cambios radicales se consiguen básicamente traduciendo las necesidades de los clientes al lenguaje de las operaciones y definiendo los procesos y las tareas críticas que hay que realizar de forma excelente. En función de las intervenciones de análisis y mejora siguientes, Seis Sigma lleva el funcionamiento de los productos, servicios y procesos a niveles nunca conseguidos anteriormente.

Seis Sigma se utiliza para eliminar los costes de no calidad (desperdicios, reprocesos, etc.), reducir la variación de un aspecto o característica de un producto, acortar los tiempos de respuesta a las peticiones de los clientes, mejorar la productividad y acortar los tiempos de ciclo de cualquier tipo de proceso, centrándose en aquellas características o atributos que son clave para los clientes y, por tanto, mejorando notablemente su satisfacción. Para ello, la dirección identifica las cuestiones que más incidencia tienen en los resultados económicos y asigna a los mejores profesionales, tras formarlos intensivamente, a trabajar en los mismos.

Los elementos clave que soportan la filosofía Seis Sigma son los siguientes:

1. Conocimiento de los requerimientos del cliente.
2. Dirección basada en datos y hechos.
3. Mejora de procesos.
1. Implicación de la Dirección.

Un elemento básico en Seis Sigma es la formación. Para ello se definen diferentes papeles para distintas personas de la organización, con denominaciones peculiares y características. El directivo que va a definir, concretar, monitorizar y apoyar los proyectos de mejora se designa Champion. Para desarrollar estos proyectos se escogen y preparan expertos conocidos con los nombres de Master Black Belt, Black Belt y Green Belt, quienes se convierten en los agentes de cambio, en conjunto con los equipos de trabajo seleccionados para los mismos.

El proceso comienza con un "cambio radical... de actitud'. La Dirección debe ser consciente de que la mejora continua ya no es suficiente para alcanzar los objetivos estratégicos, financieros y operativos. La mejora radical es necesaria para reducir con rapidez los desperdicios crónicos.

Los proyectos Seis Sigma surgen bajo el liderazgo de la Dirección, quien identifica las áreas a mejorar, define la constitución de los equipos y garantiza el enfoque hacia el cliente y sus necesidades y a los ahorros económicos. Sin

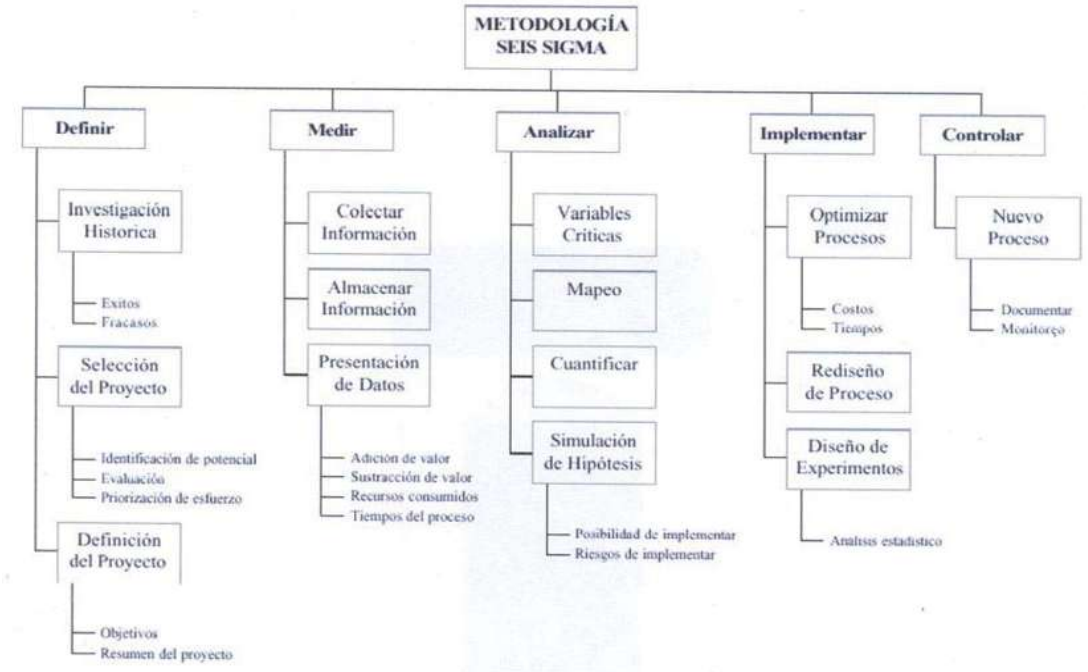
embargo, antes de que un equipo Seis Sigma aborde el ciclo de la mejora, han de desarrollarse una serie de actividades necesarias para el éxito del proyecto:

1. Identificación y selección de proyectos.
2. Constitución del equipo.
3. Definición del proyecto.
4. Formación de los miembros del equipo.
5. Ejecución del proceso DMAIC.
6. Extensión de la solución.

### 1.11.1 METODOLOGIA DE CINCO PASOS DMAIC

Los proyectos son seleccionados en función de los beneficios. La empresa Seis Sigma aporta una metodología de mejora basada en un esquema denominado DMAIC: Definir los problemas y situaciones a mejorar, Medir para obtener la información y los datos, Analizar la información recogida, Incorporar y emprender mejoras en los procesos y, finalmente, Controlar o rediseñar los procesos o productos existentes (Figura 10).

***FIGURA Nº 10.***
***METODOLOGÍA DMAIC.***




FUENTE: Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la Mejora de Resultados de los Proyectos de Construcción.

El DMAIC, consiste en la aplicación de un proceso estructurado en cinco fases, mismas que se aprecian en la Figura 10 y que se describen en los siguientes párrafos.

1. *Definición.-* En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrautilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.
2. *Medición.-* La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y las características o variables clave. A partir de esta caracterización, se define el sistema de medida y se estima la capacidad del proceso.
3. *Análisis.-* En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa - efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta manera, el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "pocos vitales" que afectan a las variables de respuesta del mismo.
4. *Mejora.-* En la fase de mejora, el equipo busca de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.
5. *Control.-* La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

Las claves del DMAIC se encuentran en:

1. Medir el problema. Siempre es necesario tener una clara noción de los defectos que se están produciendo, tanto en cantidad como en coste.
2. Enfocarse al cliente. Sus necesidades y requerimientos son fundamentales, y deben tenerse siempre en consideración.
3. Verificar la causa raíz. Es necesario llegar hasta la causa fundamental de los problemas, y no quedarse en los efectos.
4. Romper los malos hábitos. Un cambio verdadero requiere soluciones creativas.
5. Gestionar los riesgos. La prueba y el perfeccionamiento de las soluciones es una parte esencial de Seis Sigma. .
6. Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución significa verificar su impacto real.
7. Sostener el cambio. La clave final es conseguir que el cambio perdure.

La metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora y no está planteada como un proceso de mejora continua, pues los proyectos Seis Sigma deben tener una duración limitada en el tiempo.

### 1.11.2 DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO A CORTO Y LARGO PLAZO

Seis sigma se utiliza en estadística aplicada a la producción como un Indicador de la dispersión o variabilidad esperada de los productos o componentes producidos en un proceso. Entre mayor sea su valor Indicará que hay una variación mayor entre productos o componentes producidos en el proceso y viceversa. Como analogía, imaginémonos la variabilidad entre las estaturas de los habitantes de una ciudad; su sigma será mayor que la sigma resultante de tomar sólo a los habitantes masculinos adultos de 30 años.

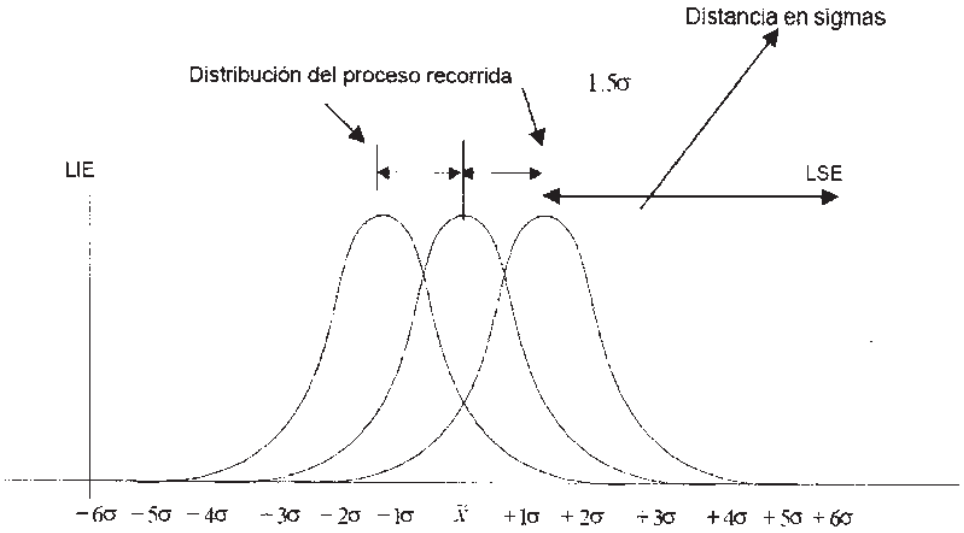
Con referencia a la Figura 11, la capacidad en número de sigmas del proceso se determina por el número de veces que el valor numérico de la desviación estándar cabe en la distancia que existe entre la media aritmética del proceso si se distribuye en forma normal y el límite de especificaciones que se encuentre más cerca de ésta (ya sea el inferior LIE o el límite superior LSE).

De tablas de valores de la distribución normal acumulada, un proceso con capacidad de 3 sigma, tiene 3 sigmas de distancia entre los límites de especificación para una cierta característica y la media aritmética del proceso, teniendo una probabilidad de generar 0.27% de defectos en esa característica; un proceso con capacidad de 4.5 sigma tiene 4.5 sigmas de distancia entre el limite de especificación más cercano a la media aritmética del proceso y la media del proceso mima, teniendo una probabilidad de generar sólo 3.4 defectos por cada millón de defectos en la característica del producto.

En realidad Motorota, Inc. de Estados Unidos de América, empresa que desarrolló e implantó por primera vez esta metodología, sugiere que si la producción a corto plazo (un día o un turno) tiene una capacidad de 6 sigma (con 6 sigmas de distancia entre la media del proceso y cada uno de los limites de especificación), a largo plazo (un mes o más) la media del proceso se recorrerá máximo 1.5 sigma por diversas razones de variación normal en los procesos y la capacidad a largo plazo quedará en sólo 4.5 sigma, siendo la razón por la cual un proceso con capacidad a corto plazo de 6 sigma (Seis Sigma) en realidad se comporte como un proceso con capacidad de 4.5 sigma a largo plazo.

Obviamente este corrimiento entre el corto y largo plazo se debe considerar sólo como una referencia, ya que no será igual en todos los casos para las diferentes empresas, por tener procesos diferentes.

***FIGURA Nº 11.***
***DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO CENTRADA (CORTO PLAZO) Y RECORRIDA 1.5 SIGMAS (LARGO PLAZO).***



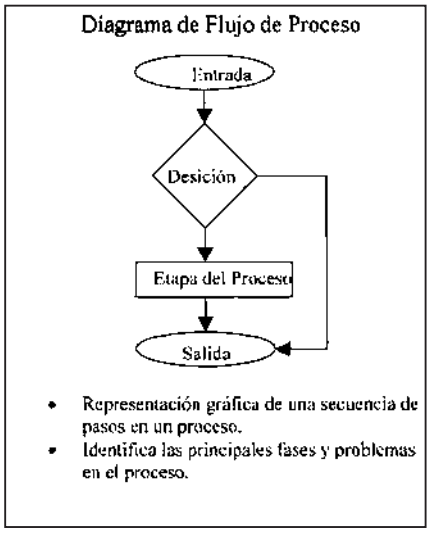

FUENTE: Breyfogle III, Forrest W, Implementing Six Sigma, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1999, p. 10.

### 1.11.3 PRINCIPALES HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL SEIS SIGMA

La metodología 6σ utiliza herramientas estadísticas para mejorar la calidad. Estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción o servicio y saber el porque de los defectos. Las principales herramientas que se utilizan en el Seis Sigma son:

1. Diagrama de Flujo de Procesos; con el cual se conocen las etapas del proceso por medio de una secuencia de pasos, así como las etapas críticas (Figura 12).

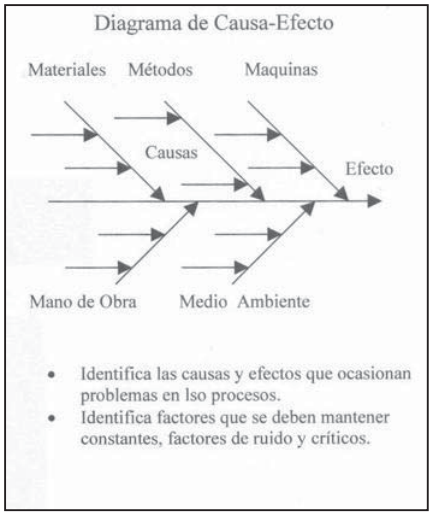
***FIGURA Nº 12.***
***DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

2. Diagrama de Causa-Efecto; es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso (Figura 13).

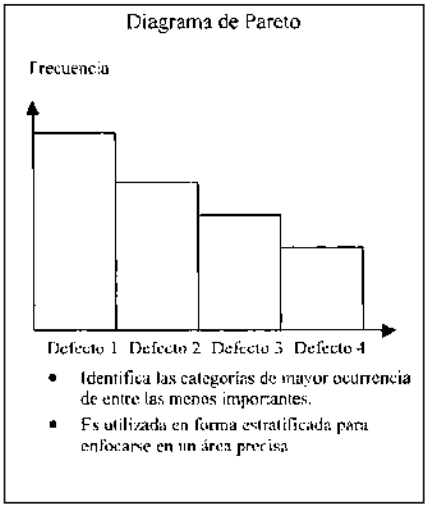
***FIGURA Nº 13.***
***DIAGRAMA CAUSA - EFECTO.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

3. Diagrama de Pareto; se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor y con ello reducir o eliminar de una en una (empezando con la mayor y des pues con las posteriores o con la que sea mas accesible) (Figura 14).

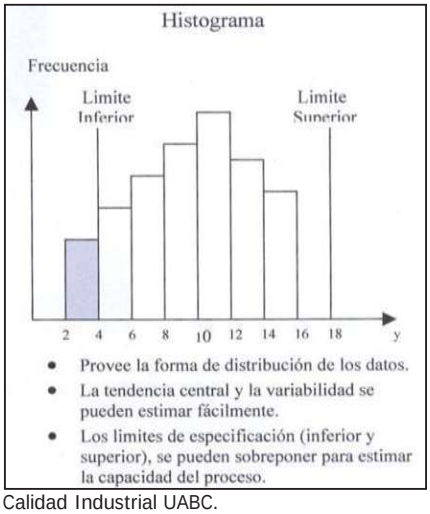
***FIGURA Nº 14.***
***DIAGRAMA DE PARETO.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

4. Histograma; con el cual se observan los datos (defectos y fallas) y se agrupan en forma gausiana conteniendo los límites inferior y superior y una tendencia central (Figura 15).

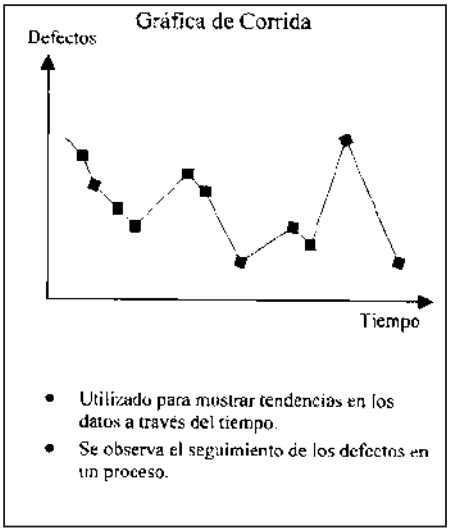
***FIGURA Nº 15.***
***HISTOGRAMA.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

5. Gráfica de Corrida; es utilizada para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo, para detectar cambios significativos en el proceso (Figura 16).

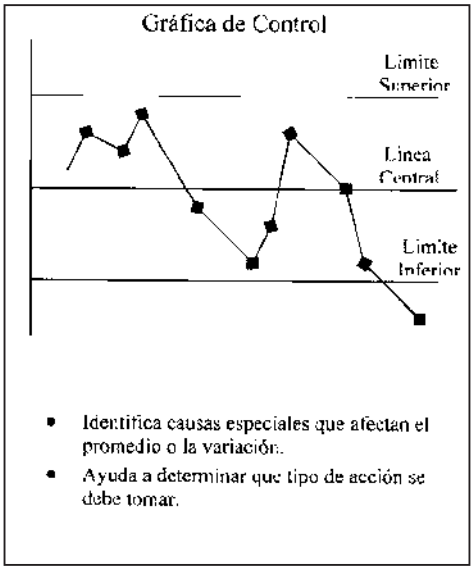
***FIGURA Nº 16.***
***GRÁFICA CORRIDA.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

6. Gráfica de control; se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior (Figura 17).

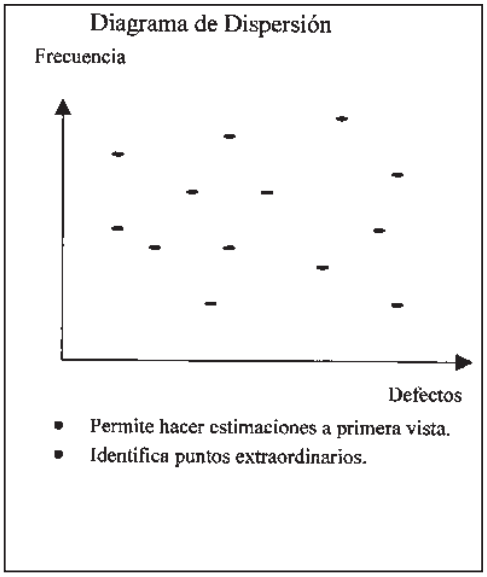
***FIGURA Nº 17.***
***GRÁFICA DE CONTROL.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

7. Diagrama de Dispersión; con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación (Figura 18).

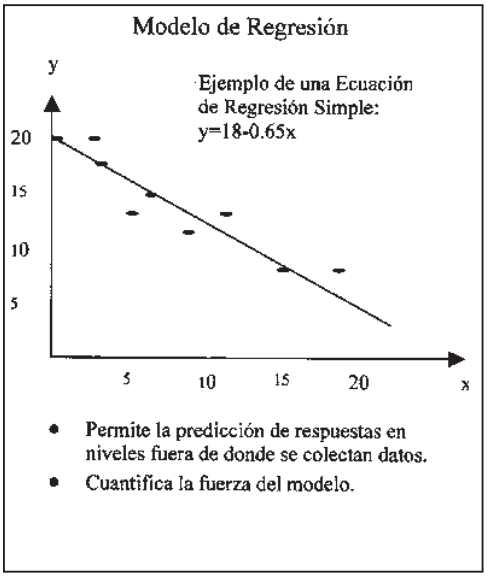
***FIGURA Nº 18.***
***DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

8. Modelo de Regresión; es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada (Figura 19).

***FIGURA Nº 19.***
***MODELO DE REGRESIÓN.***




FUENTE: Metodología Six – Sigma: Calidad Industrial UABC.

Seis Sigma utiliza casi todo el arsenal de herramientas conocidas en el mundo de la calidad. Sin embargo, no son los instrumentos los que fundamentan por sí solos el éxito de la metodología Seis Sigma; de hecho, es la infraestructura humana y su formación la que con estas herramientas consigue el éxito.

# Capítulo II

## METODOLOGÍA SEIS SIGMA "DMAIC"

# 2 METODOLOGÍA SEIS SIGMA “DMAIC”

## 2.1 ETAPA 1: DEFINIR EL PROBLEMA

La primera etapa define el marco del proyecto como un todo y, a menudo, resulta el mayor desafío para un equipo. El equipo debe plantearse toda una serie de preguntas: ¿En qué vamos a trabajar? ¿Por qué trabajamos en este problema en particular? ¿Quién es el cliente? ¿Cuáles son los requerimientos del cliente? ¿Cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad? ¿Cuáles son los beneficios de implantar esta mejora?

Este tipo de preguntas resultan una reflexión fundamental sobre el negocio e impulsan nuevas formas de pensar sobre problemas del negocio que fueron a menudo ignorados en el pasado. Una vez que estas preguntas se contestan, al menos en un borrador, podemos desarrollar el documento marco del proyecto. Estos documentos varían de una empresa a otra pero típicamente incluyen:

1. Un plan de negocio: ¿Por qué se ha elegido esta oportunidad?
2. Declaraciones del problema/oportunidad y objetivos: ¿Cuál es el problema específico o el daño que queremos solucionar, y qué resultados buscamos?
3. Limitaciones/hipótesis: ¿Qué limitaciones se aplicarán al proyecto y qué expectativas de recursos hemos hecho?
4. Ámbito: ¿Cuánto del proceso y/o del rango de cuestiones a tratar está incluido en el proyecto?
5. Protagonistas y papeles: ¿Quiénes son los miembros del equipo, el Champion y otros interesados?
6. Plan preliminar: ¿Cuándo completaremos cada fase (D, M, A, I Y C)?

Este plan del proyecto pretende definir y limitar el ámbito del proyecto, clarificar los resultados que buscamos, confirmar el valor del negocio, fijar los límites y los recursos para el equipo, y ayudar al equipo a comunicar sus objetivos y planes. Este plan de proyecto es la primera autorización, y a menudo la más importante, que debe dar el Champion del proyecto antes de que el equipo siga adelante.

El siguiente trabajo del equipo es identificar el protagonista más importante de cualquier proceso: el cliente. Los clientes pueden ser internos (dentro de la empresa) o externos (los clientes que pagan). Es el trabajo del Black Belt y del equipo lograr una idea clara sobre lo que quieren los clientes (en especial los clientes externos), cuya "**decisión de compra**" determina si la compañía continúa ganando dinero, creciendo y así sucesivamente.

Este trabajo que requiere lograr la "**voz del cliente**" (VOC = Voice of the Customer) puede ser un desafío. Los clientes mismos a menudo no están seguros de lo que quieren y tienen problemas para expresarlo. Pero en cambio son generalmente muy buenos en describir lo que no quieren. De modo que el equipo debe escuchar la "**voz del cliente**" y traducir el lenguaje de éste en requerimientos significativos como se ilustra en la Tabla 8.

***TABLA Nº 8.***
***TRADUCIENDO LA VOC EN REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.***

| EL CLIENTE DICE | SIGNIFICADO PARA NUESTRA EMPRESA | REQUERIMIENTO DEL CLIENTE |
|---|---|---|
| "Sus entregas llevan mucho tiempo". | Se nos ve como lentos a la hora de hacer las entregas previstas. | Los pedidos deben entregarse en 3 días laborables tras la recepción del pedido. |
| "No sabía que sólo tenía 7 días para devolverles esto y me devolvieran el dinero". | Tenemos una norma de devoluciones poco clara o demasiado estricta. | Una clara comunicación de la norma de devoluciones es esencial. |

FUENTE: Peter S. Pande ¿Qué es Seis Sigma?

A continuación, se dibuja un diagrama a primer nivel del proceso en el que el equipo trabajará. La noción de que sea a primer nivel es crítica: en este punto, no queremos enterrar al equipo preparando un mapa detallado del proceso que sea muy complejo. De modo que este primer diagrama normalmente muestra las, entre cinco a diez, principales etapas del proceso actual, como es ahora. Esto permite a cualquiera en el equipo tener la misma imagen del proceso y trabajar bajo las mismas hipótesis. Crear el diagrama de proceso también

prepara el camino para la próxima etapa “Medir” dándole al equipo una idea de dónde pueden decidir tomar datos.

## 2.2 ETAPA 2: MEDIR

La etapa de Medir es una continuación lógica a la de Definir y es un puente a la siguiente: “Analizar”. La etapa de Medir tiene dos objetivos principales:

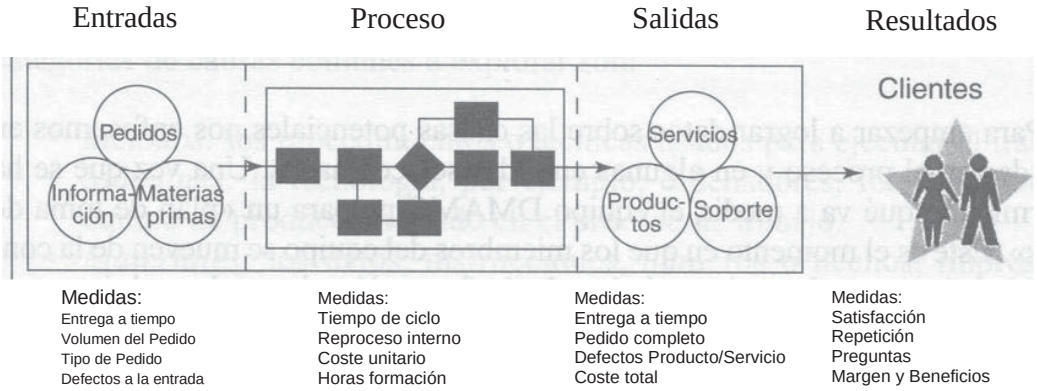
1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema, la oportunidad. Normalmente, ésta es una información crítica para refinar y completar el primer documento completo del marco del proyecto.
2. Empezar a obtener los datos y los números que nos puedan dar claves para identificar las causas del problema.

Los equipos Seis Sigma adoptan una visión del proceso del negocio y usan esta visión para fijar prioridades y tomar buenas decisiones sobre las medidas que se necesitan. Como se muestra en la Figura 20, un proceso tiene tres categorías principales de medidas:

1. Salida o Resultado: los resultados finales del proceso. Las medidas en la salida se enfocan en los resultados inmediatos (entregas, defectos, quejas) y en los resultados de impacto a más largo plazo (beneficios, satisfacción del cliente, etc.).
2. Proceso: elementos que podemos seguir y medir. Normalmente ayudan al equipo a empezar a señalar las causas del problema.
3. Entrada: elementos que entran en el proceso y se transforman en la Salida. Desde luego, unas malas entradas crean unas malas salidas, de modo que medidas a las Entradas pueden también ayudar a identificar las causas de un problema.

Existen muchas formas de medir el rendimiento en cada fase: entrada, proceso y salida. Los resultados miden el impacto a largo plazo.

***FIGURA Nº 20.***
***TIPOS Y EJEMPLOS DE MEDIDA.***




FUENTE: Peter S. Pande ¿Qué es Seis Sigma?

La primera prioridad del equipo DMAIC es casi siempre las medidas en la Salida que mejor cuantifican los problemas actuales. Esta medida de referencia se usará para completar el documento marco del proyecto; a veces si el problema resulta ser más pequeño o diferente de lo que esperábamos, se puede cancelar o modificar.

En Seis Sigma, dos letras (**Y** y **X**) se usan para representar los tres tipos de medidas. **Y** se usa para las medidas de los resultados y salidas de un proceso. Es decir, **Y** es equivalente a una medida de la salida. **Y** puede también representar una meta u objetivo. Ejemplo "Nuestra mayor **Y** es reducir el tiempo de ciclo en un día", la medida **Y** es el tiempo de ciclo.

Las medidas **Y** suelen estar ligadas a los requerimientos del cliente. Otras medidas **Y** "margen bruto, por ejemplo" pueden ser importantes para usted o su empresa pero no tanto para su cliente. **X** se usa para medidas en el Proceso o en las Entradas. Un proceso de negocio tiene normalmente muchas posibles medidas **X**, tales como el número de empleados, el coste de las materias primas o la duración de una llamada telefónica. El desafío para el equipo DMAIC es descubrir cuáles de estas **X** tiene el mayor impacto en el problema que atacamos. Cuando el equipo la encuentra, esa **X** es la "causa raíz".

El enlace o la relación entre la entrada y actividades del proceso y los resultados, o salidas, se suele representar como una ecuación **Y** = f(**X**), esto

significa que los resultados (**Y**) que usted consigue son función (el símbolo f) de las **X**. Las compañías que pueden descubrir cómo funciona realmente esta ecuación tiene una gran ventaja al conocer de este modo cómo mejorar la satisfacción del cliente, los beneficios, el tiempo y así por el estilo. En Seis Sigma, lograr ese nivel de conocimiento es una “gran **Y**”.

Para empezar a lograr datos sobre las causas potenciales nos enfocamos en medidas en el proceso y en algunas entradas seleccionadas. Una vez que se ha determinado qué va a medir, el equipo DMAIC prepara un “plan de toma de datos”. Éste es el momento en que los miembros del equipo se mueven de la confortable sala de conferencias o de la sala de formación al mundo real, intentando conseguir gente que ayude a contar y cuantificar qué ocurre en el negocio.

Algunas de las técnicas más importantes que se aprenden en los cursos sobre DMAIC son la toma de datos, cuántos tomar (muestreo) y cuán a menudo. Conseguir la cooperación de los clientes, los colegas y los proveedores suele ser crítico. De hecho, la mayoría de las veces que alguien se relaciona por primera vez con proyectos Seis Sigma es cuando se le pide que ayude a la toma de datos. Algunos Black Belts o equipos tienen la suerte de encontrar que los datos que necesitan ya están disponibles en sistemas de ordenadores o en archivadores de ficheros. De modo que estos equipos se saltan la fase de toma de datos, pero normalmente algún tipo de nuevos datos se necesitan a lo largo del proyecto.

Un hito común en la etapa de Medir es desarrollar una medida inicial del Nivel en Sigma para el proyecto que intentamos mejorar (En algunas compañías esto es obligatorio, en otras es opcional). El nivel en sigma es bueno para ayudamos a comparar el nivel de desempeño de procesos muy diferentes y relacionados con los requerimientos del cliente. Con una lectura del número de defectos o de salidas erróneas de un proceso, podemos calcular ese nivel inicial.

## 2.3 ETAPA 3: ANALIZAR

En esta etapa, el equipo DMAIC entra en los detalles, aumenta su comprensión del proceso y del problema y si todo va como está previsto, identifica el culpable tras el problema. El equipo usa la etapa de Analizar para descubrir "**la causa raíz**".

A veces, las causas raíces de un problema son evidentes. Cuando lo son, los equipos pueden moverse rápidamente a través del análisis. A menudo, sin embargo, las causas raíces están enterradas debajo de montones de papel y de procesos obsoletos, perdidas entre las complejidades de mucha gente haciendo el trabajo a su manera y sin documentarlo, año tras año. Cuando esto ocurre, el equipo puede necesitar invertir semanas o meses aplicando una serie de herramientas y ensayando varias ideas antes de finalmente cerrar el caso.

Uno de los principios de una buena resolución de problemas mediante el DMAIC es considerar muchos tipos de causas, a fin de no permitir que la experiencia pasada o prejuicios ofusquen el juicio del equipo. Algunas de las categorías de causas comunes a explorar son:

1. Métodos: los procedimientos o técnicas usados para ejecutar el trabajo. Máquinas: la tecnología, por ejemplo, ordenadores, fotocopiadoras o equipo de producción usado en el proceso de trabajo.
2. Materiales: los datos, instrucciones, números o hechos, impresos y ficheros que, con fallos, tendrán un impacto negativo en la Salida.
3. Medidas: datos de errores obtenidos de la medida de un proceso o acciones para cambiar la gente en base a 10 que se ha medido y cómo.
4. Madre naturaleza: elementos ambientales, desde el tiempo a las condiciones económicas que impactan en cómo se lleva a cabo un proceso o un negocio.
5. Personas: una variable clara que afecta a cómo todo el resto de elementos se combina para producir los resultados del negocio.

A estas categorías de causas se les llama a veces las "**5 Ms y la 1P**".

Los equipos DMAIC enfocan su búsqueda de las causas mediante lo que llamamos el Ciclo de Análisis. El ciclo empieza mediante combinar la experiencia, los datos, medidas y una revisión del proceso y entonces formular una hipótesis inicial sobre la causa. El equipo entonces busca más datos y otra evidencia para ver si encaja con la causa sospechosa. El ciclo de análisis continúa, refinando la hipótesis o rechazándola hasta que la verdadera causa raíz se identifica y verifica con los datos.

Uno de los grandes desafíos en la etapa de Analizar es usar las herramientas adecuadas. Con suerte, con herramientas simples se puede describir la causa. Cuando las causas son más profundas o cuando la relación entre el problema y otros factores es compleja y oculta, es probable que se requieran técnicas estadísticas avanzadas para identificar y verificar la causa.

### 2.3.1 CALCULO DEL NIVEL EN SIGMAS DE UN PROCESO

Calcular el nivel en sigmas para la mayoría de los procesos es bastante fácil. Necesitará una calculadora, pero no matemáticas avanzadas. Lo que se precisa son datos básicos y definiciones para los siguientes términos:

1. La "unidad" o artículo que se entrega al cliente.
2. Los "requerimientos" que hacen que la unidad sea buena o mala para el cliente.
3. El número de requerimientos, o de "oportunidades de defectos", para cada unidad.

Por ejemplo, en una pizzería a domicilio, nuestra unidad es ¡una pizza! Determinamos cuatro "requerimientos" principales: ingredientes correctos, temperatura, entrega a tiempo y sin daños. Estos cuatro requerimientos son también las cuatro "oportunidades de defecto" para cada pizza. Tomamos datos en 500 pizzas entregadas y descubrimos que 25 llegaron tarde, 10 demasiado frías, 7 con daños y 16 tenían ingredientes equivocados. Para calcular el nivel en sigmas tomamos el número total de defectos que hemos

contado, lo dividimos por el número total de unidades y lo multiplicamos por el número de oportunidades de defecto. Llamaremos al resultado "**defectos por oportunidad (DPO)**":

$$(25 + 10 + 7 + 16)/500 \times 4 = 0{,}029 \text{ DPO}$$

Se consideran habitualmente 1 millón de oportunidades, eso daría 0,029 x 1,000,000 = 29,000 defectos por millón de oportunidades (DPMO). Ahora todo lo que necesita es buscar en la Tabla 9 qué nivel en sigmas representa partiendo de ese número de DPMO. Para este caso, el proceso de la pizzería opera a unos 3.3 sigma.

***TABLA Nº 9.***
***NIVEL SIGMA A PARTIR DE LOS DPMO***

| Rendimiento (%) | Dpmo | Nivel en sigma |
|---|---|---|
| 6,68 | 933200 | 0 |
| 8,455 | 915450 | 0,125 |
| 10,56 | 894400 | 0,25 |
| 13,03 | 869700 | 0,375 |
| 15,87 | 841300 | 0,5 |
| 19,08 | 809200 | 0,625 |
| 22,66 | 773400 | 0,75 |
| 26,595 | 734050 | 0,875 |
| 30,85 | 691500 | 1 |
| 35,435 | 645650 | 1,125 |
| 40,13 | 598700 | 1,25 |
| 45,025 | 549750 | 1,375 |
| 50 | 500000 | 1,5 |
| 54,975 | 450250 | 1,625 |
| 59,87 | 401300 | 1,75 |
| 64,565 | 354350 | 1,875 |
| 69,15 | 308500 | 2 |
| 73,405 | 265950 | 2,125 |
| 77,34 | 226600 | 2,25 |
| 80,92 | 190800 | 2,375 |
| 84,13 | 158700 | 2,5 |
| 86,97 | 130300 | 2,625 |
| 89,44 | 105600 | 2,75 |
| 91,545 | 84550 | 2,875 |
| 93,32 | 66800 | 3 |
| 94,79 | 52100 | 3,125 |
| 95,99 | 40100 | 3,25 |
| 96,96 | 30400 | 3,375 |
| 97,73 | 22700 | 3,5 |
| 98,32 | 16800 | 3,625 |
| 98,78 | 12200 | 3,75 |
| 99,12 | 8800 | 3,875 |
| 99,38 | 6200 | 4 |
| 99,565 | 4350 | 4,125 |
| 99,7 | 3000 | 4,25 |
| 99,795 | 2050 | 4,375 |
| 99,87 | 1300 | 4,5 |
| 99,91 | 900 | 4,625 |
| 99,94 | 600 | 4,75 |
| 99,96 | 400 | 4,875 |
| 99,977 | 230 | 5 |
| 99,982 | 180 | 5,125 |
| 99,987 | 130 | 5,25 |
| 99,992 | 80 | 5,375 |
| 99,997 | 30 | 5,5 |
| 99,99767 | 23,35 | 5,625 |
| 99,99833 | 16,7 | 5,75 |
| 99,999 | 10,05 | 5,875 |
| 99,99966 | 3,4 | 6 |

FUENTE: Peter S. Pande ¿Qué es Seis Sigma?

## 2.4 ETAPA 4: MEJORAR

Esta etapa "**la solución y la acción**" es a la que muchos se sienten tentados a saltar desde el inicio del proyecto. De hecho, el hábito de empezar a resolver un problema sin primero entenderlo es tan fuerte que muchos equipos consideran un desafío adherirse al rigor objetivo del proceso DMAIC. Sin embargo, cuando ven el valor de hacerse preguntas, de verificar las hipótesis y

de usar datos, los miembros de equipo se dan cuenta de cuánto mejor es el enfoque Seis Sigma.

Antes de empezar a desarrollar soluciones, muchos equipos vuelven a revisar el documento marco del proyecto y modifican las declaraciones de problema y objetivo para que reflejen sus descubrimientos hasta este punto. Es común también reafirmar el valor del proyecto con los Champions del equipo. Los equipos también modifican el ámbito del proyecto, en base a una mejor comprensión del problema y del proceso. Pero una vez que el equipo ha realineado los objetivos, la etapa de Mejorar permite planificar y lograr los resultados.

Sorprendentemente, esto es más fácil decirlo que hacerlo. Las soluciones creativas de verdad que ataquen las causas principales del problema y que el equipo que trabaja en el proceso considere factibles no se encuentran fácilmente. Y una vez que esas nuevas ideas se desarrollan, tienen que ensayarse, refinarse e implementarse.

¿Por qué las nuevas soluciones de verdad son tan costosas? Una razón puede ser que el equipo ha estado acostumbrado a los enfoques actuales (y en la medida y el análisis) por tanto tiempo que le cuesta liberarse de esa manera de pensar. La otra razón es que las soluciones de verdad creativas son siempre escasas.

Diversos ejercicios de creatividad ayudan al equipo a sacudir su modo de pensar y enfocar la generación de ideas con nuevos métodos. El equipo también puede examinar otras empresas y otras divisiones de la empresa para ver si pueden tomar prestadas de ellas “mejores prácticas”.

Una vez se han propuesto varias soluciones potenciales, las técnicas analíticas regresan y se usan varios criterios, incluyendo costes y beneficios probables, para seleccionar las soluciones más prometedoras y prácticas. La solución “final” o series de cambios deben ser siempre aprobados por el Champion y, a menudo, por el equipo entero de liderazgo.

La implementación no es una actividad de “hazlo ya”. Las soluciones DMAIC tienen que gestionarse con cuidado y verificarse. Es casi obligatorio hacer una implementación piloto a pequeña escala; los equipos tienen que hacer un cuidadoso “análisis de problemas potenciales” para determinar qué puede ir mal y prevenir o manejar dificultades. Los nuevos cambios tienen que “venderse” a los miembros de la organización cuya participación es critica. Hay que tomar datos para seguir y verificar el impacto de la solución.

¿Le parece todo esto mucho trabajo? Bueno, normalmente lo es. Pero los equipos DMAIC han descubierto también que es emocionante ver cómo sus esfuerzos valen la pena a medida que los defectos se reducen, se eliminan los costes y se sirve mejor a los clientes.

## 2.5 ETAPA 5: CONTROLAR

A menudo describen las organizaciones y los procesos como gomas elásticas. Usted puede trabajar duro y estirarlas mucho dándoles incluso formas nuevas e interesantes, pero inmediatamente que las suelte, como un muelle, vuelven a la forma original.

Precisamente, el principal objetivo de la etapa Controlar es evitar ese efecto “muelle” de regresar a los viejos hábitos y procesos. De hecho, el que logremos un impacto a largo plazo en la forma que trabaja la gente y asegurarnos que dure, depende tanto de la persuasión y de la venta de las ideas como de la medición y control de los resultados. Ambos son esenciales.

Tareas de Control Específico que los Black Belts y equipos DMAIC deben completar incluyen:

1. Desarrollar un proceso de seguimiento para verificar el resultado de los cambios implementados.
2. Crear un plan de respuesta para tratar los problemas que puedan surgir.
3. Ayudar a fijar la atención de la dirección en unas pocas medidas críticas que les den información actual sobre los resultados del proyecto (la **Y**) y también de las medidas clave de procesos (las **X**).

Desde el punto de vista del personal, el equipo debe:

1. “Vender” el proyecto mediante presentaciones y demostraciones.
2. Traspasar las responsabilidades del proyecto a los que se encargan del día á día del proceso.
3. Asegurarse del apoyo de la dirección para los objetivos a largo plazo del proyecto.

Puede ser difícil imaginarse a un equipo retirarse de un proyecto en el que han invertido meses y pasar a otros proyectos o volver a su trabajo habitual, pero eso es lo que hacen siempre los equipos. El éxito final del proyecto Seis Sigma descansa en los que hacen el trabajo en el área en la que se enfocó el proyecto. Idealmente, cuando esta gente vea el valor de las nuevas soluciones desarrolladas por el proceso DMAIC también empezarán a comprender el potencial que el sistema Seis Sigma puede ofrecer.

# Capítulo III

## MODELO DE LA EFICIENCIA DEL PASCBT EN LA ZONA ZAMORA, EN MICHOACAN

# 3 MODELO DE LA EFICIENCIA DEL PASCBT EN LA ZONA ZAMORA, EN MICHOACAN

## 3.1 ETAPA DE DEFINIR

### 3.1.1 PROYECTO SEIS SIGMA

INCREMENTO DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DEL SUMINISTRO COMPROMETIDO EN BAJA TENSION EN LA ZONA ZAMORA, MICHOACAN.

### 3.1.2 NOMBRE DE LA EMPRESA

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD. La CFE inicia sus operaciones en Michoacán a fines de 1937. En agosto de 1952 se construye la División Michoacán, ahora denominada División Centro Occidente, con los sistemas eléctricos que hasta la fecha existían en el Estado. Anteriormente los sistemas eran administrados directamente por las oficinas centrales de la Comisión Federal de Electricidad y con motivo de su crecimiento se ve la conveniencia de descentralizar la empresa, creando divisiones a las cuales se les dio cierta autonomía y facultades para ser más flexible la prestación del servicio eléctrico en las funciones de generación, transmisión, transformación, distribución y suministro. El 27 de Septiembre de 1960 se nacionaliza la industria eléctrica mexicana, al adquirir el gobierno las acciones de las empresas que operaban en el país con capital extranjero. En 1968 se incorporan a la División de Distribución Centro Occidente, las instalaciones conocidas anteriormente como Compañía Eléctrica Morelia, S.A., Industria Eléctrica Mexicana, S.A. y lo que al principio se estructuró como Gerencia Estatal de Colima formada por las empresas: Hidroeléctrica Occidental (Colima) y Eléctrica de Manzanillo, así como las instalaciones que ya tenía CFE en el Estado de Colima en 1969. Liquidadas estas empresas, la CFE a través de la División de Distribución Centro Occidente se hace cargo de su administración directa.

### 3.1.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Zona Zamora atiende el suministro de energía eléctrica en los municipios del estado de Michoacán tales como Jiquilpan, Los Reyes, Cotija, Sahuayo,

Zamora y Jacona, y algunos del estado de Jalisco como San José de Gracia y Mazamitla.

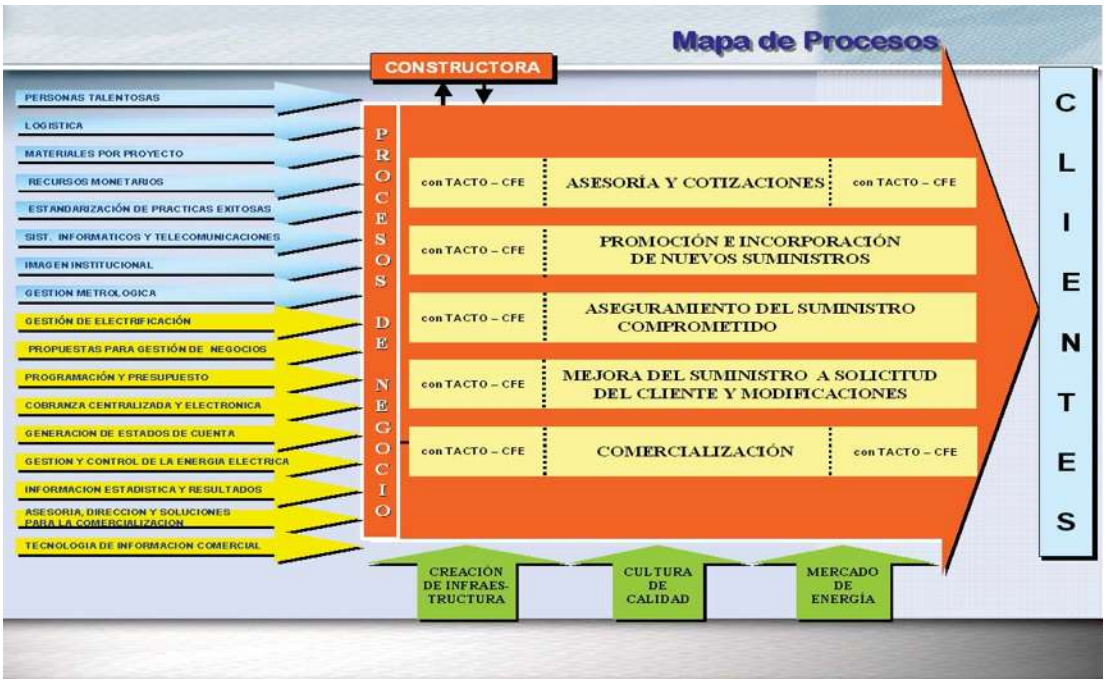
### 3.1.4 GIRO DE LA EMPRESA

Distribución y Comercialización de energía eléctrica.

### 3.1.5 PROCESOS PRINCIPALES

La Zona Zamora ha emigrado a una organización que se forma en torno a los procesos (Figura 21), que producen un servicio que el cliente necesita, esto por que la empresa se ha orientado al cliente para cubrirle sus necesidades entre las cuales se encuentran: información útil, alternativas, consejos, conexión de la luz a sus domicilios, energía eléctrica con los atributos comprometidos, energía eléctrica solicitada y modificaciones así como compra de energía eléctrica en condiciones altamente confiables y satisfactorias. Dentro de la empresa se tienen clasificadas las actividades como: procesos de negocio, proveedores, de asesoría y gestión y creadores de ventaja. En el caso del presente proyecto nos enfocamos al proceso de negocio denominado aseguramiento de suministro comprometido en baja tensión, el cual tiene como objetivo suministrar la energía eléctrica con los atributos comprometidos a los clientes de baja tensión.

***FIGURA Nº 21.***
***MAPA DE PROCESOS.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS QUE OFRECE

Esta Zona presta el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica en los diferentes niveles de tensión, como lo son:

- Media
- Baja

Y como producto una facturación correcta acompañada de una asesoría personalizada al cliente.

Un compromiso de la empresa es ofrecer servicios de excelencia a los clientes, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo.

### 3.1.7 APROBACIÓN DEL NIVEL SUPERIOR

Campeón

Salvador Iñiguez Sánchez

El proyecto fue comentado y aprobado por el campeón.

### 3.1.8 INTEGRANTES DEL EQUIPO

- Francisco Javier Ceja Castañeda
- Roberto Torres Tinoco

### 3.1.9 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y META

Al cierre del mes de Diciembre de 2005 la Zona Zamora contaba con 252,719 clientes (5 CTQ=1'263,595 oportunidades) y se registraron 4,978 eventos por causas imputables a la baja tensión, y de estos se generaron 14,480 incumplimientos que representa el 1.14 % de las oportunidades en baja tensión, esto significa de valor 3.7 sigma. Si consideramos que la atención de una salida en baja tensión tiene un costo de $ 704.00 y si tomamos en cuenta que en la Zona Zamora hemos registrado 4,978 eventos en el año 2005, esto equivale a un reproceso de $ 3,504,512.00. Si reducimos los sectores con más de una salida en un 50% asegurando 179 sectores de baja tensión reduciremos 610 salidas de baja tensión y 72 interrupciones individuales. Con la implementación de este proyecto, reduciremos el gasto en los siguientes rubros: $ 480,128.00 por costo de atención. (610+72=682; 682*$704/evento=$480,128). Si consideramos que el costo por energía dejada de vender y los costos de operación de la BT es de $22.11/ hora por sector y tardamos 2.5 hrs. en restablecimiento promedio durante el año 2005, reduciríamos $ 33,717.00. Después de un análisis de benchmark con empresas de EU, Inglaterra, España y Argentina, tomamos como base para el cálculo de penalizaciones la empresa Edenor Argentina con una base de $1,4 dl/kw-hr dejado de suministrar. Con un restablecimiento de 2.48 hrs, una demanda promedio de 0.13 kw y una reducción de 6134 de defectos, tenemos una reducción por penalización de $32,382.00. Teniendo un ahorro total esperado de $546,227.00 solamente en esta zona y que si lo reflejamos al ámbito de la División Centro Occidente tomando en cuenta que se tienen 10

zonas de distribución se tendría un ahorro estimado de cuando menos $5,546,000.00.

Con este proyecto se contribuiría al logro de tres de los objetivos estratégicos de la alta Dirección:

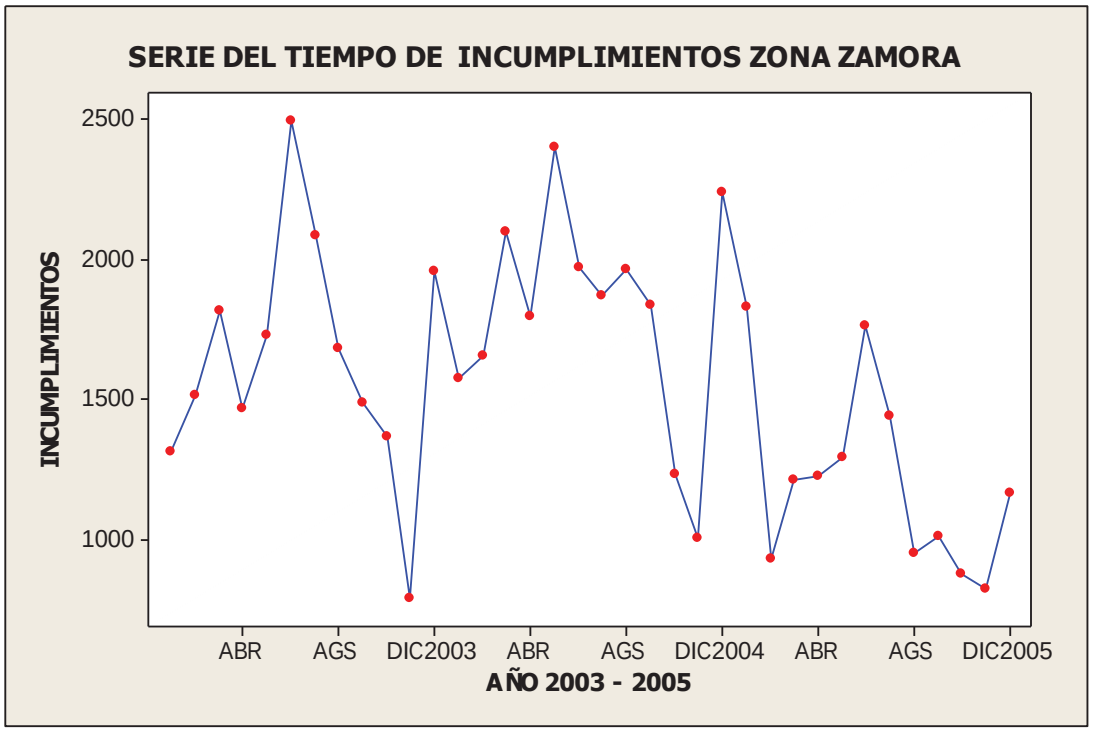
Ruta I:
Cumplir los compromisos con los clientes, a través de realizar eficientemente los procesos.

Ruta III:
Satisfacer las necesidades legítimas de los clientes y la sociedad, a través del cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Ruta VI
Maximizar la rentabilidad, a través de minimizar los costos de operación.

En la Figura 22 se observa el comportamiento que han presentado los incumplimientos de los compromisos ofertados a los clientes en el periodo 2003 a 2005 a nivel Zona Zamora. De lo anterior encontramos que en los meses de Julio y Agosto se presentan la mayor cantidad de incumplimientos atribuible a la temporada de lluvias atenuándose este a finales del año, teniendo una tendencia a la mejora en el último año.

***FIGURA Nº 22.***
***GRÁFICAS DE TENDENCIAS DE INCUMPLIMIENTOS ZAMORA.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.10 MAPA DE ESTRATEGIA DCO

Las perspectivas de nuestro de cuadro de mando integral por las cuales tiene acceso este proyecto son las de competitividad y clientes y sociedad como se puede observar en las Figuras 2, 3 y 4.

La mejora derivada del proyecto será medida en la disminución de 14,480 a 8,360 incumplimientos distribuidos en tres centros de trabajo de distribución (Jiquilpan, Los Reyes y Zamora) lo que equivale a un ahorro de $ 546,227.00 (Quinientos cuarenta y seis mil doscientos veintisiete pesos) anual.

Disminuir el número de defectos de 14,480 a 8,346 lo que significa elevar el nivel sigma de 3.7 a 4.

### 3.1.11 ALCANCE DEL PROYECTO Y RESTRICCIONES

El proceso a mejorar inicia con la entrega de la energía en los conectores estribo de los transformadores de Distribución por parte del proceso de

Aseguramiento del suministro comprometido en media tensión y termina con la entrega de la energía en las terminales del Switch lado fuente.

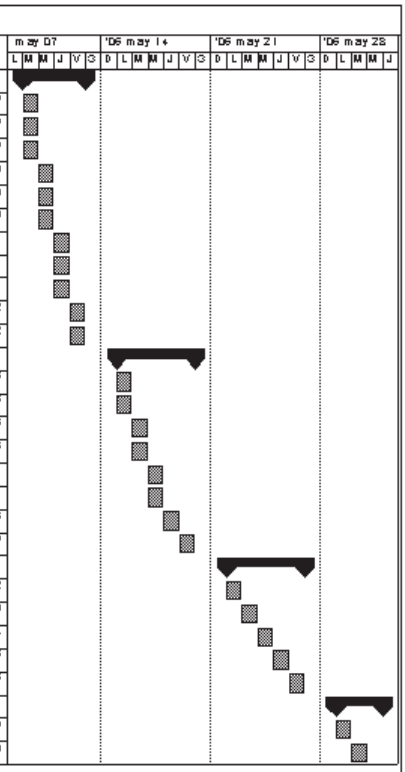
### 3.1.12 ELABORACION DEL PLAN DE PROYECTO

El plan de proyecto se estructuró de la forma que se detalla en la Tabla 11 durante el periodo establecido para su ejecución.

***TABLA Nº 11.***
***PROGRAMA DE ACTIVIDADES DETALLADO.***

DIAGRAMA DE GANTT DETALLADO

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|---|
| 1 | DEFINICION | 4 días? | mar 08.06.06 | vie 08.06.12 |
| 2 | PROJECT CHARTER | 1 día? | mar 06.05.09 | mar 06.05.09 |
| 3 | ANALISIS DEL PROCESO | 1 día? | mar 06.05.09 | mar 06.05.09 |
| 4 | ANALISIS DE IMPLICADOS | 1 día? | mar 06.05.09 | mar 06.05.09 |
| 5 | "SIPOC" | 1 día? | mié 06.05.10 | mié 06.05.10 |
| 6 | VOZ DEL CLIENTE | 1 día? | mié 06.05.10 | mié 06.05.10 |
| 7 | DIAGRAMA DE AFINIDAD | 1 día? | mié 06.05.10 | mié 06.05.10 |
| 8 | MODELO DE CANO | 1 día? | lue 06.05.11 | lue 06.05.11 |
| 9 | CTQ'S Y CBR'S | 1 día? | lue 06.05.11 | lue 06.05.11 |
| 10 | OBJETIVO DEL PROYECTO | 1 día? | lue 06.05.11 | lue 06.05.11 |
| 11 | DEFINICIÓN DE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES | 1 día? | vie 06.05.12 | vie 06.05.12 |
| 12 | AHORRO ESTIMADO | 1 día? | vie 06.05.12 | vie 06.05.12 |
| 13 | MEDICION | 6 días? | lun 08.06.16 | vie 08.06.19 |
| 14 | PARETOS Y TENDENCIAS | 1 día? | lun 06.05.15 | lun 06.05.15 |
| 15 | PLAN DE COLECCION DE DATOS | 1 día? | lun 06.05.15 | lun 06.05.15 |
| 16 | FUENTES DE INFORMACIÓN | 1 día? | mar 06.05.16 | mar 06.05.16 |
| 17 | BENCHMARK | 1 día? | mar 06.05.16 | mar 06.05.16 |
| 18 | GAGE R & R | 1 día? | mié 06.05.17 | mié 06.05.17 |
| 19 | MUESTREO | 1 día? | mié 06.05.17 | mié 06.05.17 |
| 20 | CAPACIDAD DEL PROCESO | 1 día? | lue 06.05.18 | lue 06.05.18 |
| 21 | NIVELES DE SIGMA | 1 día? | vie 06.05.19 | vie 06.05.19 |
| 22 | ANALISIS | 6 días? | lun 08.06.22 | vie 08.06.26 |
| 23 | DIAGRAMA CAUSA EFECTO | 1 día? | lun 06.05.22 | lun 06.05.22 |
| 24 | ESTRUCTURA DE ARBOL | 1 día? | mar 06.05.23 | mar 06.05.23 |
| 25 | GRAFICOS DE CONTROL | 1 día? | mié 06.05.24 | mié 06.05.24 |
| 26 | HIPOTESIS | 1 día? | lue 06.05.25 | lue 06.05.25 |
| 27 | ANALISIS DE UN CENTRO DE TRABAJO | 1 día? | vie 06.05.26 | vie 06.05.26 |
| 28 | MEJORA | 8 días? | lun 08.06.26 | mié 08.06.31 |
| 29 | PROPUESTAS | 1 día? | lun 06.05.29 | lun 06.05.29 |
| 30 | PLAN DE IMPLANTACION | 1 día? | mar 06.05.30 | mar 06.05.30 |




Proyecto:
Fecha:

Tarea
División
Progreso
Hito
Resumen
Resumen del proyecto
Tareas externas
Hito externo
Fecha límite

Página 1

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.13 METAS Y RESULTADOS ESPERADOS EN EL PROYECTO

Derivado de este proyecto se tienen consideradas las siguientes metas:

1. Disminuir los eventos de 4,979 a 4296 (salidas de BT de 1794 a 1184, individual de 3184 a 3112 ), durante el año 2007 iniciando su aplicación en el año 2006. O sea reducir 610 sectores y 72 salidas individuales. Reduciendo los incumplimientos de 14,480 a 8,346 (Reducción de 6134 defectos).
2. Elevar el nivel sigma en Zona Zamora de 3.7 a 4.0
3. Reducción de reprocesos de $ 3,504,512.00 a $2'958,285.

### 3.1.14 PROJECT CHARTER

El desarrollo del Project charter se muestra en la Tabla 12.

***TABLA Nº 12.***
***PROJECT CHARTER.***

**Project Charter**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Producto o servicio:** | **Cumplimiento de Compromisos ofertados.** | **Ahorros:** | **$ 546,227.00** |
| **Black Belt´s:** | **Roberto Torres Tinoco.<br>Francisco Javier Ceja C.** | **Teléfono:** | **01-44-33-22-5200** |
| **Champion:** | **Salvador Iñiguez Sánchez** | **Unidad de Negocio** | CFE. ,ZONA ZAMORA |
| **Fecha de inicio:** | **09 Mayo 2006** | **Fecha a finalizar** | **03 Octubre 2006** |

| ELEMENTO | DESCRIPCION | METAS DEL PROYECTO: |
|---|---|---|
| **1.- Proceso** | **Proceso General:**<br>Distribución y comercialización de energía eléctrica.<br>**Proceso de Negocio:**<br>**Aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión.**<br>**Proceso para el proyecto seis sigma:**<br>Cumplimiento de compromisos con los Clientes. | **o Disminuir los eventos de 4,979 a 4296 (salidas de BT de 1794 a 1184, individual de 3,184 a 3112 ), durante el año 2007 iniciando su aplicación en el año 2006. O sea reducir 610 sectores y 72 salidas individuales. Reduciendo los incumplimientos de 14,480 a 8,346 (Reducción de 6134 defectos).**<br><br>**Elevar el nivel sigma en Zona Zamora de 3.7 a 4.0**<br>**Reducción de reprocesos de $ 3,504,512.00 a $2'958,285** |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

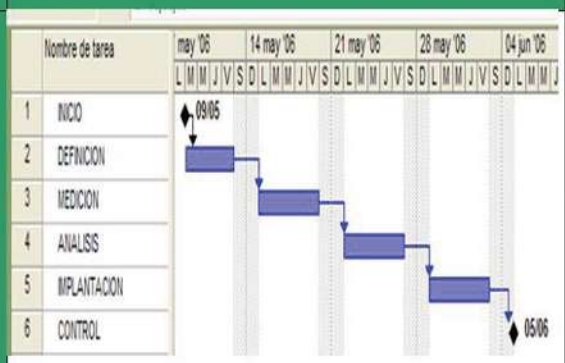
## *TABLA Nº 12 (CONTINUACIÓN).*
## *PROJECT CHARTER.*

| ELEMENTO | METAS DEL PROYECTO |
|---|---|
| 2.- Descripción del proyecto. | Al cierre del mes de Diciembre de 2005 la Zona Zamora contaba con 252,719 clientes (5 CTQ=1'263,595 oportunidades) y se registraron 4,978 eventos por causas imputables a la baja tensión, y de estos se generaron 14,480 incumplimientos que representa el 1.14 % de las oportunidades en baja tensión, esto significa de valor 3.7 sigma.<br>Si consideramos que la atención de una salida en baja tensión tiene un costo de $ 704.00 y si tomamos en cuenta que en la Zona Zamora hemos registrado 4,978 eventos en el año 2005, esto equivale a un reproceso de $ 3,504,512.00.<br>Si reducimos los sectores con más de una salida en un 50% asegurando 179 sectores de baja tensión reduciremos 610 salidas de baja tensión y 72 interrupciones individuales. Con la implementación de este proyecto, reduciremos el gasto en los siguientes rubros: $ 480,128.00 por costo de atención. (610+72=682; 682*$704/evento=$480,128).<br>Si consideramos que el costo por energía dejada de vender y los costos de operación de la BT es de $22.11/ hr por sector y tardamos 2.5 hrs. en restablecimiento promedio, reduciríamos $ 33,717.00.<br>Después de un análisis de benchmark con empresas de EU, Inglaterra, España y Argentina, tomamos como base para el cálculo de penalizaciones la empresa Edenor Argentina con una base de $1,4 dl/kw-hr dejado de suministrar. Con un restablecimiento de 2.48 hrs, una demanda promedio de 0.13 kw y una reducción de 6134 de defectos, tenemos un reducción por penalización de $32,382.00 |

| ELEMENTO | DESCRIPCION |
|---|---|
| 3.- Objetivo: | Disminuir el número de defectos de 14,480 a 8,346 lo que significa elevar el nivel sigma de 3.7 a 4. |
| 4.- Reducción de reprocesos : | $ 546,227.00 |
| 5.- Miembros del equipo. | Roberto Torres Tinoco<br>Francisco Javier Ceja Castañeda<br>Salvador Iñiguez Sánchez |
| 6.- Alcance del proyecto. | El proceso a mejorar inicia con la entrega de la energía en los conectores estribo de los transformadores de Distribución por parte del proceso de Aseguramiento del suministro comprometido en media tensión y termina con la entrega de la energía en las terminales del Switch lado fuente. |
| 7.- beneficios para el cliente externo | Reducción del numero de interrupciones en el suministro eléctrico en Baja tensión. |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***TABLA Nº 12 (CONTINUACIÓN).***
***PROJECT CHARTER.***

| ELEMENTO | DESCRIPCION | LINEAS BASICAS TEORICAS. |
|---|---|---|
| **8.- Programa.** |  | **RUBRO:** **UNIDADES:**<br>**Rendimiento:** **98.87 %**<br>**Capacidad :** **3.7 Sigma**<br>**DPMOS:** **11,459** |
| **9.- Apoyo Requerido.** | **3 laptop´s con el siguiente software.**<br>**sicoss, sicom, cim@, siad, project, minitab y office 2000.**<br>**Acceso a los diferentes servidores de las zonas que conforman la DCO.** | |
| **10.- Barreras potenciales.** | **Análisis de las funciones y desempeño del personal que labora en el proceso de ASCBT, con objeto de determinar áreas de oportunidad y propuestas de mejora así como inconsistencias en el registro de anomalías.** | |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.15 META O PROPOSITO

El objetivo del Proyecto es disminuir el número de incumplimientos de un 1.14 % a un 0.65 %, elevando el nivel sigma de 3.7 a 4 del Proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión en la Zona Zamora.

### 3.1.16 ANALISIS DE LOS IMPLICADOS

En la Tabla 13 se puede apreciar el análisis de los implicados en donde el grupo ha identificado los implicados para el cambio, identificando el nivel de compromiso requerido por cada uno de ellos para la implementación del cambio exitoso.

***TABLA Nº 13.***
***ANÁLISIS DE IMPLICADOS.***

## ANALISIS DE IMPLICADOS

PROYECTO EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASCBT

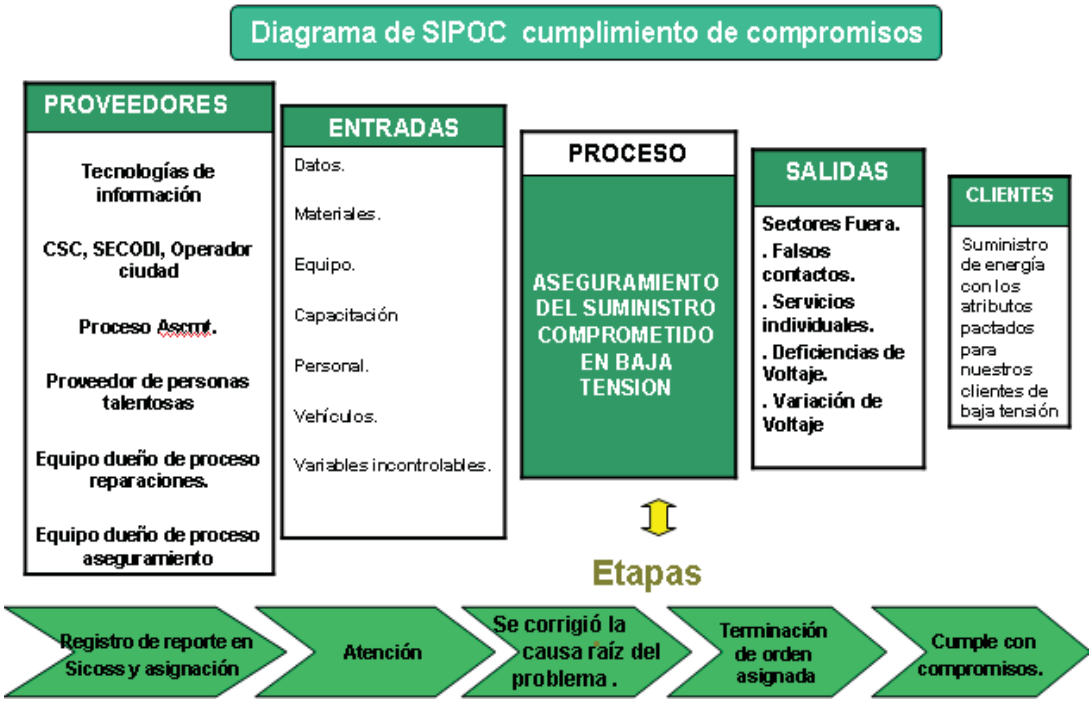
| | Personal o Procesos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel de compromiso | Equipo dueño de Proceso Reparaciones | Equipo dueño de Proceso Aseguramiento | CSC, SECODI y Operador Ciudad | Liderer del Proceso de ASCBT | Procesos ASCAT ASCMT | Tecnologías de Información | SUTERM |
| Apoyo entusiasta a la implantación de proyecto. | ● | ● | ● | ● | | | |
| Brindara apoyo apropiado para implementar la | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | | | |
| Sólo hará su parte | | | | | ● | ● | ● |
| Apático | | | | | | | |
| Opuesto y Hostil | | | | | | | |
| Rechazo | | | | | | | |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.17 DIAGRAMA "SIPOC"

Para identificar las variables de entrada y de salida del proceso se elaboro el diagrama de "SIPOC" como se muestra en la Figura 23.

***FIGURA Nº 23.***
***DIAGRAMA DE SIPOC.***

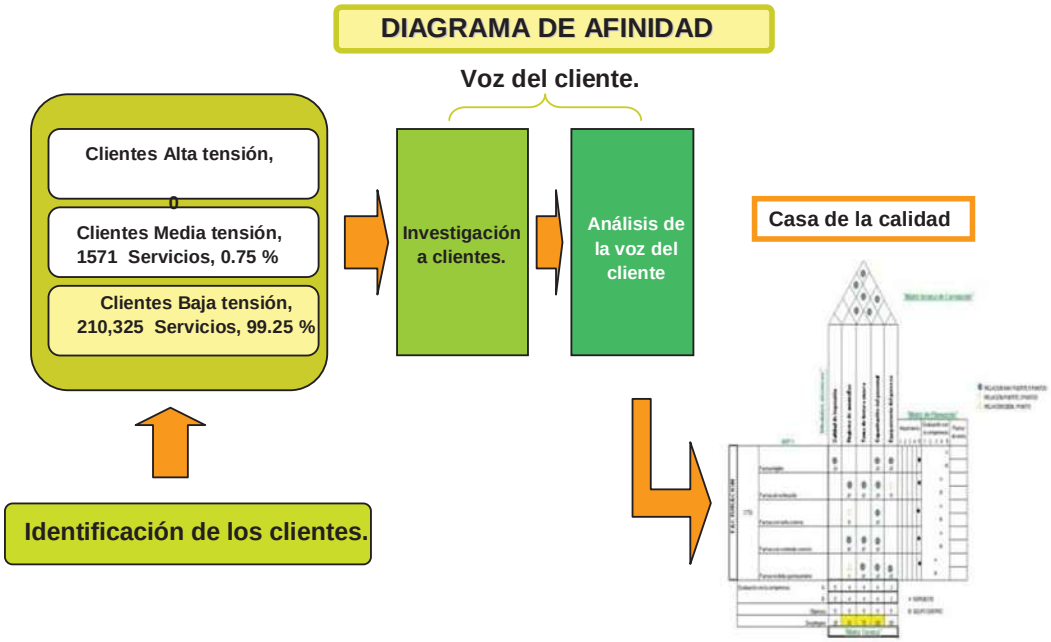



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.18 VOZ DEL CLIENTE

En la Figura 24 podemos observar el diagrama de afinidad que lo hemos utilizado como una herramienta para organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas; agrupándolos por los conceptos que se encuentran relacionados de manera natural y contar con información organizada.

***FIGURA Nº 24.***
***DIAGRAMA DE AFINIDAD.***

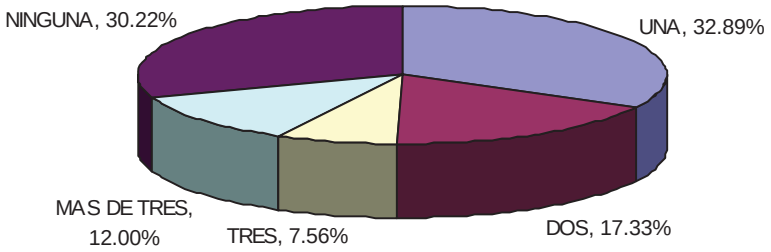



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

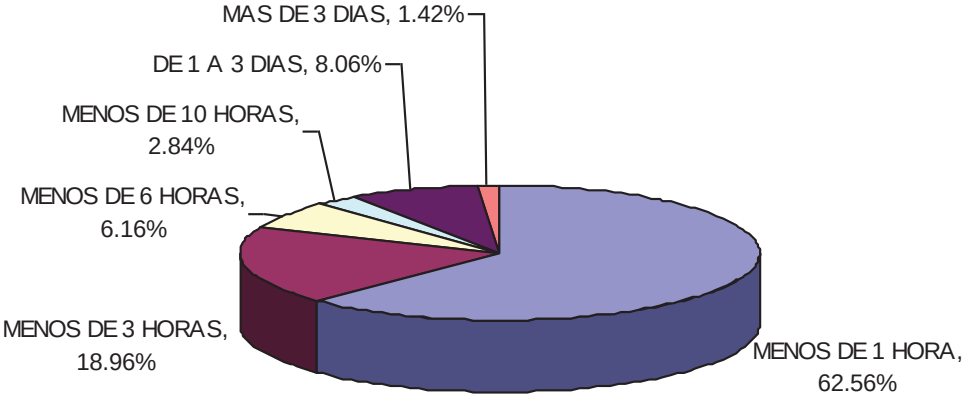
Para el desarrollo del proyecto llevamos a cabo una encuesta a 380 clientes con el formato del SIEN ( Sistema de Encuestas) del Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión de Comisión Federal de Electricidad de la Zona Zamora, con el fin de evaluar la percepción de interrupciones del suministro, obteniendo los siguientes resultados (Figura 25).

***FIGURA Nº 25.***
***RESULTADO DE ENCUESTA SIEN.***

## *¿En el último año, cuántas veces se ha quedado sin energía eléctrica?*




## *¿En cuánto tiempo le atendimos?*




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Del total de las preguntas encuestadas encontramos una gran importancia en estas dos preguntas para el desarrollo de nuestro proyecto, donde se observa que en promedio el 88% de los clientes declara que no ha tenido mas de tres interrupciones del suministro de energía eléctrica en su domicilio (cantidad), igualmente el 81.5% de los encuestados declara que en promedio el tiempo de atención es de menos de tres horas (oportunidad).

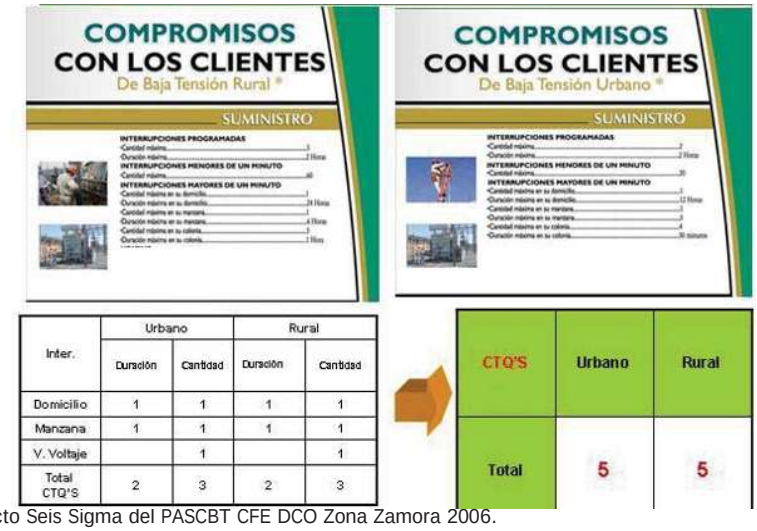
Analizando los resultados de la encuesta (Figura 25) se determinaron los requerimientos críticos del cliente (CCR's) Figura 26.

***FIGURA Nº 26.***
***REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DEL CLIENTE.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 27 tenemos los compromisos con los clientes tanto en los rubros de interrupciones programadas, menores de un minuto, mayores de un minuto, variaciones de voltaje y respaldo; en este proyecto nos enfocamos al rubro de interrupciones mayores a un minuto y a variaciones de voltaje.

***FIGURA Nº 27.***
***COMPROMISOS CON LOS CLIENTES.***



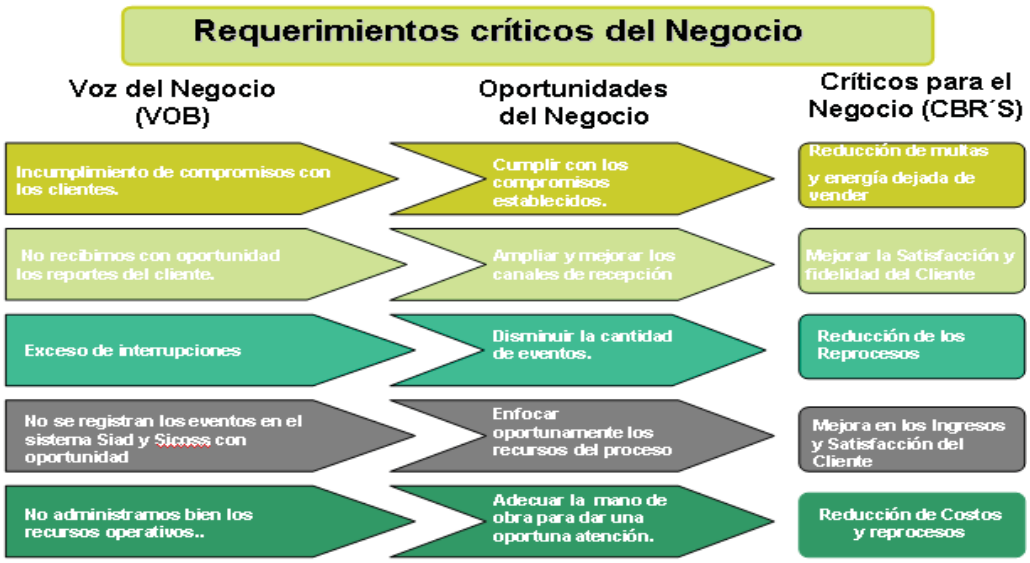

| Inter. | Urbano | | Rural | |
|---|---|---|---|---|
| | Duración | Cantidad | Duración | Cantidad |
| Domicilio | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Manzana | 1 | 1 | 1 | 1 |
| V. Voltaje | | 1 | | 1 |
| Total CTQ'S | 2 | 3 | 2 | 3 |

| CTQ'S | Urbano | Rural |
|---|---|---|
| Total | 5 | 5 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 28 se puede observar la voz del negocio, que se convierte en oportunidades del negocio y finalmente se transforma en un aspecto crítico del negocio.

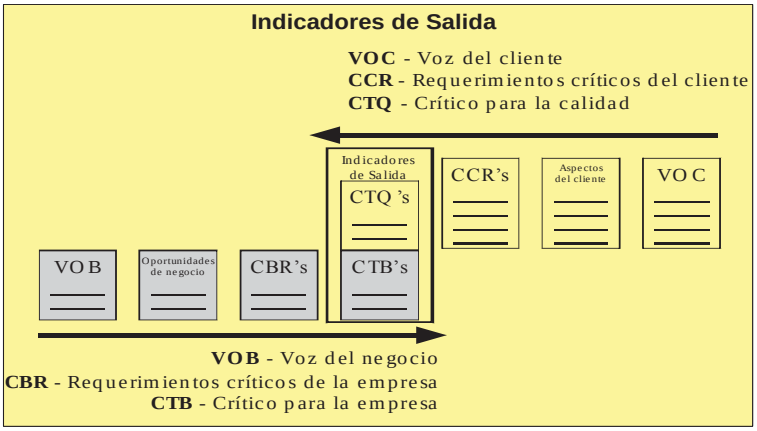
***FIGURA Nº 28.***
***REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DEL NEGOCIO.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 29 podemos apreciar la interacción que tienen los requerimientos críticos para la empresa y para los clientes; iniciando por la voz del cliente y la voz del negocio para su conversión en requerimientos críticos.

***FIGURA Nº 29.***
***INTERACCIÓN DE CTQ'S Y CTB'S.***

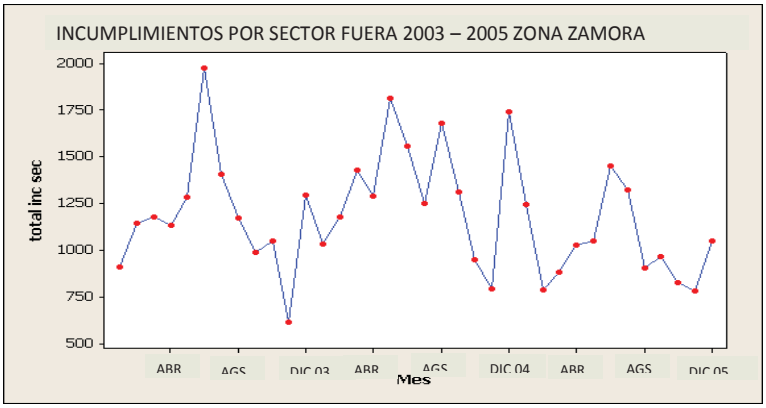



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.19 INFORMACIÓN ESTADISTICA DE CTQ's

En la Figura 30 podemos apreciar el comportamiento de los incumplimientos por sectores fuera en los últimos tres años de la Zona Zamora, observando que en el último año hay una tendencia hacia la baja y en los meses de Julio a Agosto se presentan la mayor cantidad de incumplimientos por sector fuera atribuible a la temporada de lluvias atenuándose este a finales del año.

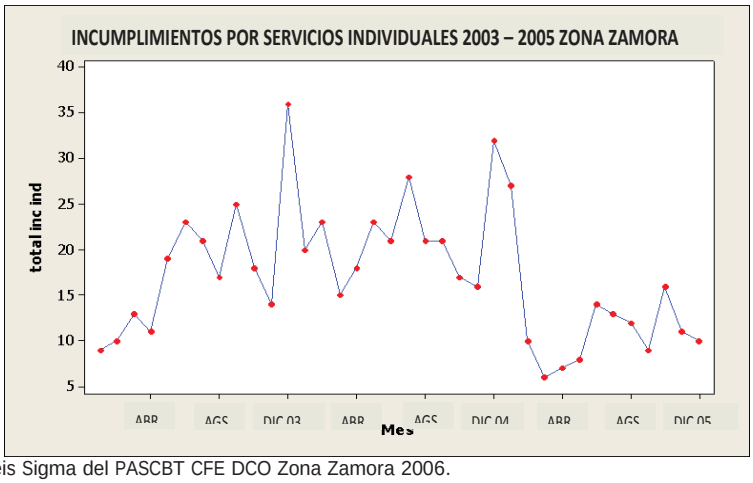
***FIGURA Nº 30.***
***TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 31 podemos apreciar el comportamiento de los incumplimientos por servicio sin energía (individuales) en los últimos tres años de la Zona Zamora, observando que en el último año hay una tendencia hacia la baja, entendiéndose por servicio sin energía la ausencia de potencial solamente en un solo domicilio y no en un conjunto de estos.

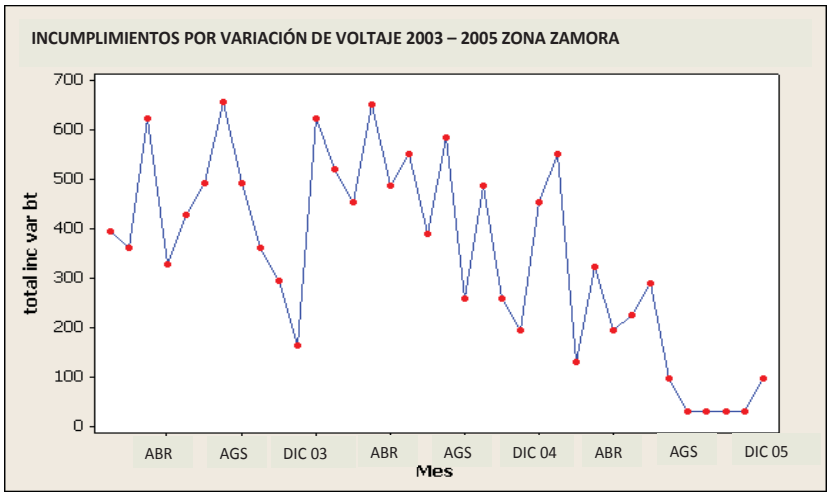
***FIGURA Nº 31.***
***TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR SERVICIO SIN ENERGÍA.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 32 podemos apreciar el comportamiento de los incumplimientos por deficiencia de voltaje en la red de baja tensión en los últimos tres años de la Zona Zamora, observando que en el último año hay una tendencia hacia la baja.

***FIGURA Nº 32.***
***TENDENCIA DE INCUMPLIMIENTOS POR DEFICIENCIA DE VOLTAJE EN LA RED DE BAJA TENSIÓN.***



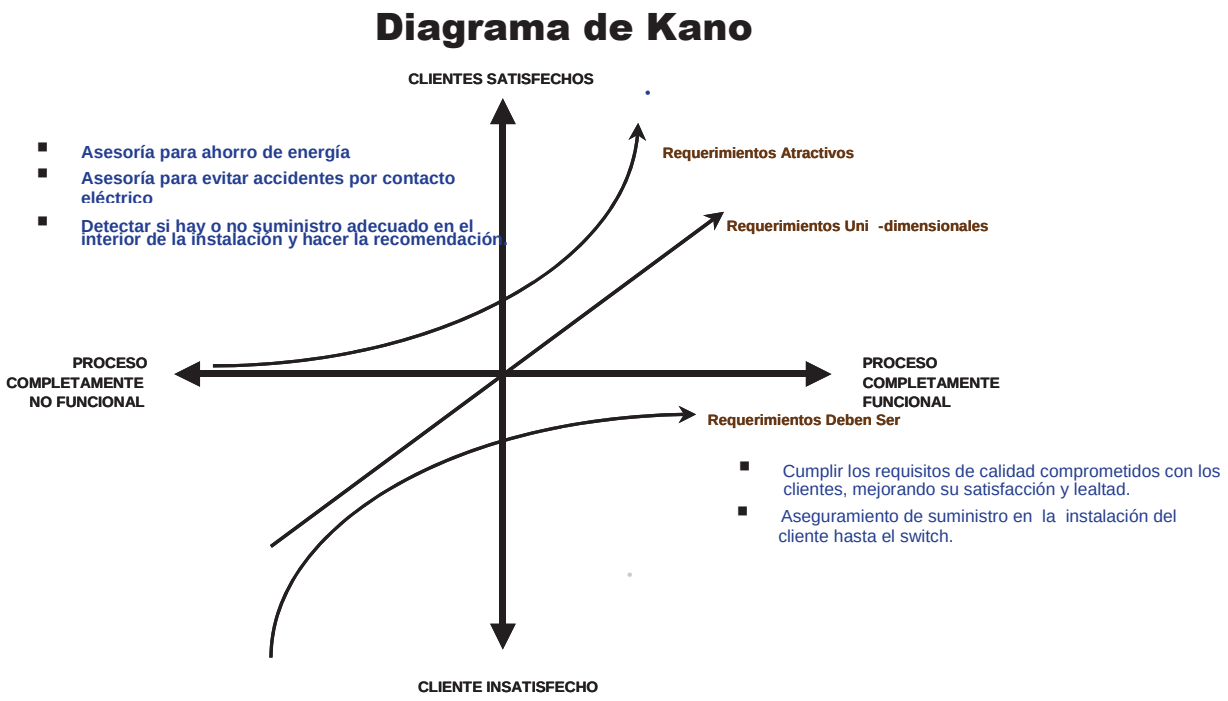

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.1.20 DIAGRAMA DE KANO

En la Figura 33 podemos apreciar el Diagrama de Kano el cual tiene como finalidad clasificar en tres categorías las necesidades de los clientes para identificar cuales son los requerimientos que “deben ser (los que generan valor para el cliente) y “los atractivos” (por los que el cliente nos prefiere) e identificar las áreas de oportunidad del proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión.

.

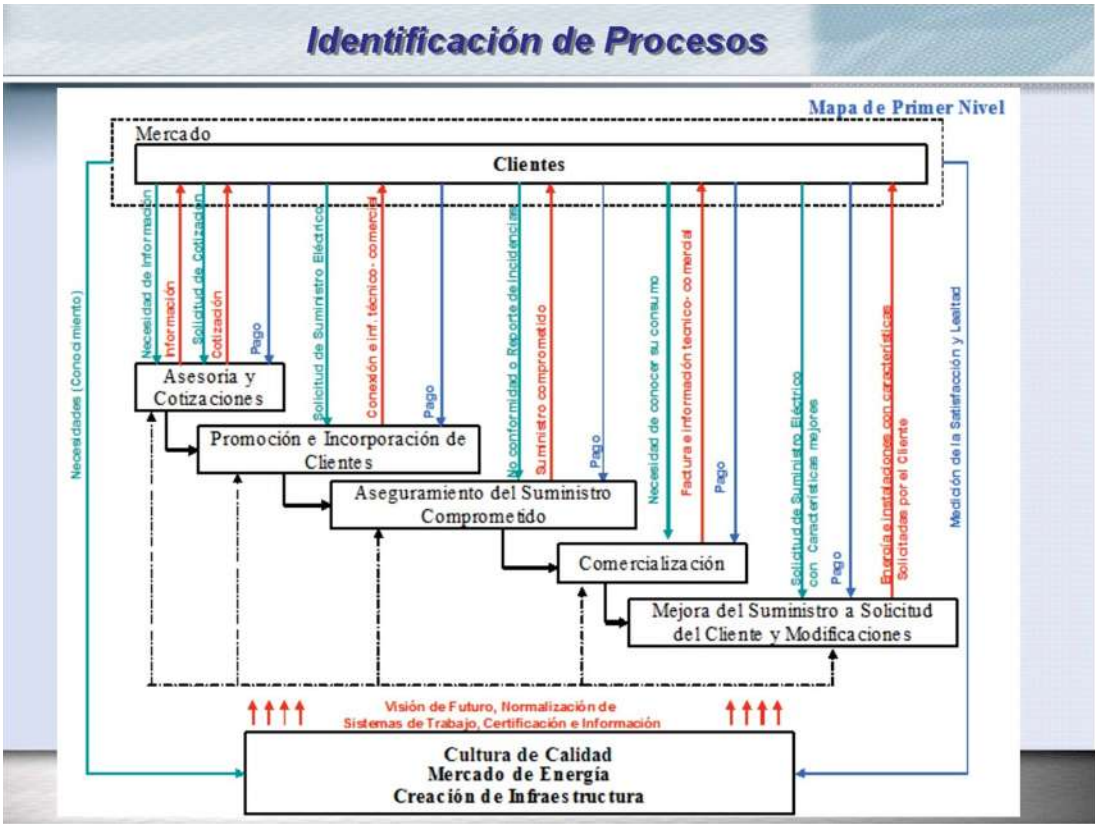
***FIGURA Nº 33.***
***DIAGRAMA DE KANO.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En el mapeo de primer nivel (Figura 34) identificamos la interacción de los procesos de negocios con los clientes referente a las necesidades y retroalimentación que les damos en cada uno de ellos.

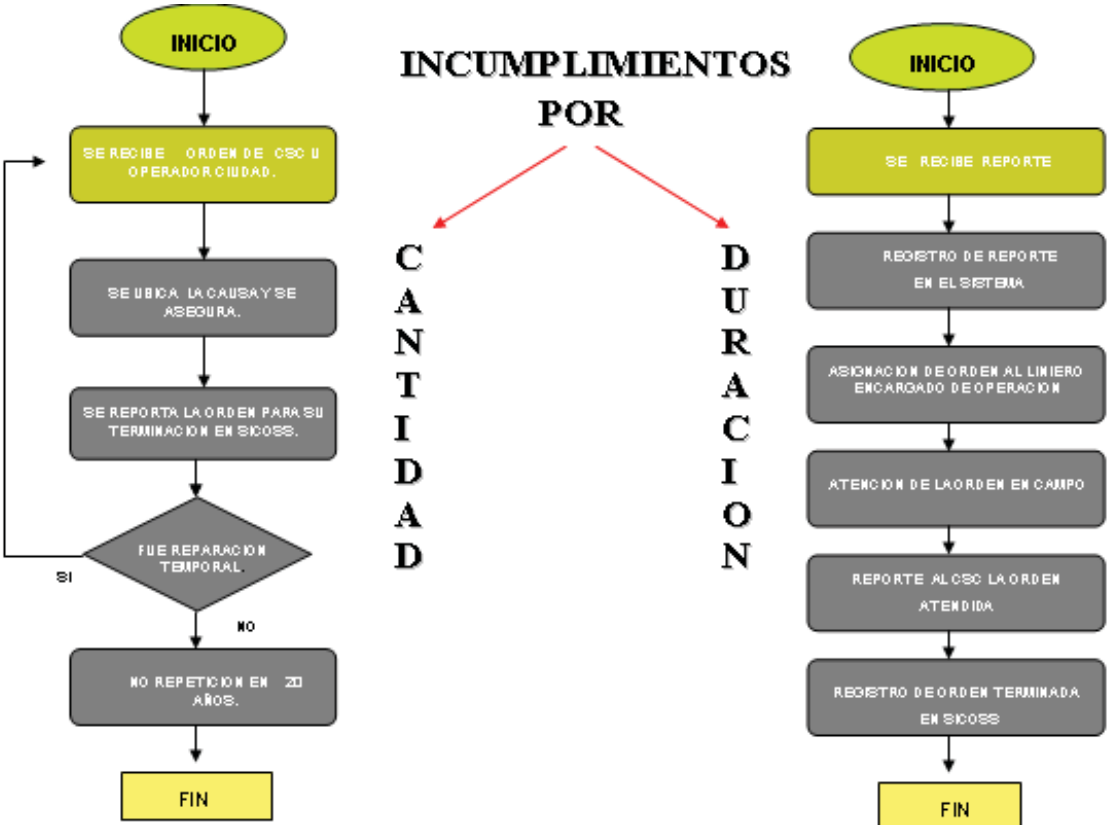
***FIGURA Nº 34.***
***MAPA DE PRIMER NIVEL.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En el mapeo de 2º nivel (Figura 35) se detalla en forma general las actividades que se realizan en el proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión (PASCBT) donde se inicia con un reporte del cliente y se termina con la atención y registro del evento en SICOSS.

***FIGURA Nº 35.***
***MAPA DE SEGUNDO NIVEL.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## 3.2 ETAPA DE MEDICIÓN

### 3.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Del análisis estadístico realizado a la Zona Zamora sobre los incumplimientos al cierre del mes de Diciembre de 2005 contaba con 252,719 clientes (5 CTQ=1’263,595 oportunidades) y se registraron 4,978 eventos por causas imputables a la baja tensión, y de estos se generaron 14,480 incumplimientos que representa el 1.14 % de las oportunidades en baja tensión, esto significa de valor 3.7 sigma.

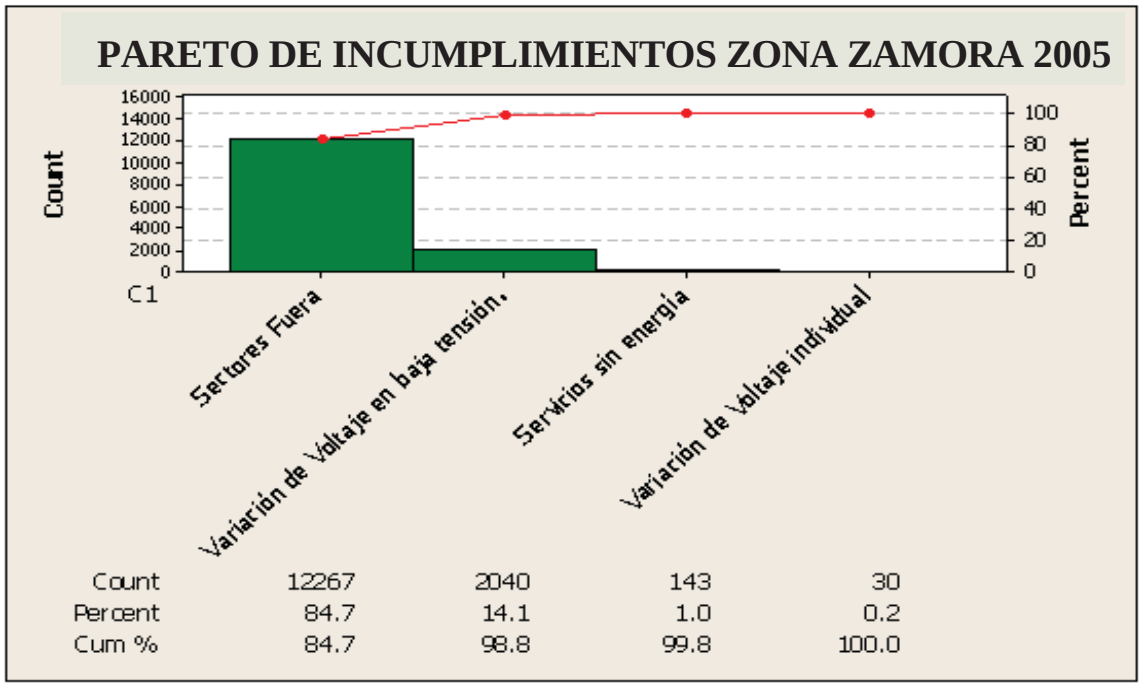
**TABLA Nº 14.**
**INCUMPLIMIENTOS POR EVENTO ZONA ZAMORA 2005.**

| BAJA TENSION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLIENTES EN BT | 246233 | 246797 | 247247 | 247493 | 248111 | 248524 | 249140 | 250008 | 250414 | 251015 | 251913 | 252719 | 252719 |
| NUMERO DE TRANSFORMADORES | 7629 | 7638 | 7657 | 7664 | 7683 | 7692 | 7715 | 7737 | 7758 | 7765 | 7788 | 7804 | 7804 |
| CLIENTES POR TRANSFORMADOR | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 | 32.38 |
| SECTORES FUERA | 172 | 121 | 131 | 153 | 152 | 214 | 184 | 134 | 144 | 122 | 115 | 152 | 1794 |
| SECTORES FUERA INCUMPLIDOS EN TIEMPO | 4 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 20 |
| INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA EN TIEMPO | 130 | 0 | 32 | 32 | 65 | 65 | 130 | 32 | 32 | 32 | 32 | 65 | 648 |
| FACTOR DE REPETICION DE SECTORES 20/100 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.20 |
| SECTORES FUERA CON MAS DE UNA OPERACIÓN | 34.4 | 24.2 | 26.2 | 30.6 | 30.4 | 42.8 | 36.8 | 26.8 | 28.8 | 24.4 | 23.0 | 30.4 | 358.8 |
| INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA EN CANTIDAD | 1114 | 784 | 848 | 991 | 984 | 1386 | 1192 | 868 | 933 | 790 | 745 | 984 | 11619 |
| SERVICIO SIN ENERGIA | 440 | 190 | 161 | 190 | 189 | 302 | 364 | 323 | 239 | 236 | 209 | 249 | 3092 |
| SERVICIOS SIN ENERGIA INCUMPLIDOS EN TIEMPO | 14 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 9 | 5 | 3 | 50 |
| FACTOR DE REPETICION DE SALIDAS INDIVIDUALES 3/100 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| SERVICIOS SIN ENERGIA REPETIDOS | 13 | 6 | 5 | 6 | 6 | 9 | 11 | 10 | 7 | 7 | 6 | 7 | 93 |
| INCUMPLIMIENTOS POR DEFICIENCIA DE VOLTAJE INDIVIDUAL | 7 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 30 |
| DEFICIENCIA DE VOLTAJE EN BT | 17 | 4 | 10 | 6 | 7 | 9 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 63 |
| INCUMPLIMIENTOS POR DEFICIENCIA DE VOLTAJE EN BT | 551 | 130 | 324 | 194 | 227 | 291 | 97 | 32 | 32 | 32 | 32 | 97 | 2040 |
| OPORTUNIDADES | 1231165 | 1233985 | 1236235 | 1237465 | 1240555 | 1242620 | 1245700 | 1250040 | 1252070 | 1255075 | 1259565 | 1263595 | 1263595 |
| TOTAL DE INCUMPLIMIENTOS PROPIOS DE LA BT (DEFECTOS) | 1828 | 925 | 1212 | 1225 | 1287 | 1758 | 1435 | 945 | 1009 | 873 | 822 | 1160 | 14480 |
| DPMO | | | | | | | | | | | | | 11459 |
| % | | | | | | | | | | | | | 1.15% |
| SIGMA | | | | | | | | | | | | | 3.77 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con base a la información de la Tabla 14 se elaboró la siguiente gráfica de Pareto (Figura 36), en donde se pueden observar el comportamiento de los eventos que aportan mayor número de incumplimientos de la Zona Zamora en Baja Tensión con mayor área de oportunidad, sobre las cuales enfocaremos las acciones del proyecto.

**FIGURA Nº 36.**
**INCUMPLIMIENTOS POR EVENTO ZONA ZAMORA 2005.**




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con el presente proyecto buscamos disminuir los eventos de 4,979 a 4296 (salidas de BT de 1794 a 1184, individual de 3,184 a 3112), durante el año 2007 iniciando su aplicación en el año 2006. O sea reducir 610 sectores y 72 salidas individuales. Reduciendo los incumplimientos de 14,480 a 8,346 (Reducción de 6134 defectos), además de elevar el nivel sigma en Zona Zamora de 3.7 a 4.0 y una reducción de reprocesos de $ 3,504,512.00 a $2'958,285 calculados de la siguiente manera:

En las Tablas 15 y 16 y Figura 37 podemos observar el cálculo de reproceso de un incumplimiento en donde se puede apreciar el desglose de los conceptos que se consideran en dicho reproceso en tiempo y costos.

Si consideramos que la atención de una salida en baja tensión tiene un costo de $ 704.00 y si tomamos en cuenta que en la Zona Zamora hemos registrado 4,978 eventos en el año 2005, esto equivale a un reproceso de $ 3,504,512.00.

Si reducimos los sectores con más de una salida en un 50% asegurando 179 sectores de baja tensión reduciremos 610 salidas de baja tensión y 72 interrupciones individuales. Con la implementación de este proyecto, reduciremos el gasto en los siguientes rubros: $480,128.00 por costo de atención. (610+72=682; 682*$704/evento=$480,128).

Si consideramos que el costo por energía dejada de vender y los costos de operación de la BT es de $22.11/hr por sector y tardamos 2.5 hrs. en restablecimiento promedio, reduciríamos $ 33,717.00.

Después de un análisis de benchmark con empresas de EU, Inglaterra, España y Argentina, tomamos como base para el cálculo de penalizaciones la empresa Edenor Argentina con una base de $1,4 dl/kw-hr dejado de suministrar. Con un restablecimiento de 2.48 hrs, una demanda promedio de 0.13 kw y una reducción de 6134 de defectos, tenemos un reducción por penalización de $32,382.00.

***TABLA Nº 15.***
***CÁLCULO DEL COSTO DE ATENCIÓN DE UN EVENTO EN EL PASCBT.***

| COSTO DE ATENCION DE UN EVENTO EN ASCBT | | |
|---|---|---|
| Costo Directo | | 1.5 HR |
| | | |
| Materiales | $90.00 | 90 |
| Mano de obra | $ 475/8 hrs | 89 |
| Maquinaria | $ 270 hr | 405 |
| Herramienta mayor | 3% de mano de obra | 3 |
| Subtotal | | $587 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Costos indirectos | 20% | $111 |
| | | |
| TOTAL | | **$704.00** |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***TABLA Nº 16.***
***CÁLCULO DEL COSTO DE LA ENERGÍA DEJADA DE SUMINISTRAR EN BAJA TENSIÓN.***

| COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIVISION CENTRO OCCIDENTE | | | | | | |
| ZONA ZAMORA | | | | | | |
| ANALISIS DE IMPACTO EN VENTAS POR FALLA EN SECTOR | | | | | | |
| | INGRESO | Ing.l por Hora | Costo por Ho | Utilidad por Hora | | kilowathora |
| ENERGIA BAJA TENSION | 480,644,293.92 | 54,868.07 | | | | 336,318,455.00 |
| SUBSIDIO BAJA TENSION | 403,307,401.25 | 46,039.66 | | | | |
| TOTAL BAJA TENSION | 883,951,695.17 | 100,907.73 | 72,875.72 | 76,640.03 | | |
| | | | | | | |
| COSTO DE OPERACIÓN | 212,585,047.53 | | | | | |
| COSTO DE OPERACIÓN POR HORA | 24,267.70 | | | | | |
| COSTO DE LA ENERGIA POR HORA | 48,608.02 | | | | | |
| TOTAL DE COSTO POR HORA | 72,875.72 | | | | | |
| COSTO DE LA ENERGIA DIC 2005 | 698,193,158.57 | | | | | |
| USUARIOS | 251,482.00 | | | | | |
| KWH VENDIDAS A DIC/05 | 551,460,318.00 | | | | | |
| FACTOR | 0.61 | | | | | |
| INGRESOS POR HORA | 100,907.73 | | | | | |
| ENERGIA DEJADA DE VENDER POR SECTOR | 12.84 | | | | | |
| COSTO POR SECTOR | 9.27 | | | | | |
| TOTAL DE COSTO POR SECTOR | 22.11 | ← | | | | |
| AFECTACION DEL TOTAL DE CLIENTES POR HORA | 173,758.34 | | | | | |
| (22,11/32)*251,482 | | | | | | |
| KHW VENDIDAS A DIC05 BAJA T | 336,318,455 | | | | | |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 37.***
***CÁLCULO DE UN INCUMPLIMIENTO EN BAJA TENSIÓN.***

**Costo de un incumplimiento**

**1.-** **EVALUAR LA ENERGIA DEJADA DE SUMINISTRAR POR INTERRUPCIONES A LOS CLIENTES DE BAJA TENSION DURANTE 2005.**

| Consumo anual en tarifas | | FUENTE | |
|---|---|---|---|
| 01 Servicio doméstico<br>02 Comercial<br>03. General | 305, 426,818 kwh | Sicom | A |
| Tiempo promedio de restablecimiento de todos los eventos registrados en el año 2005 en baja tensión. | 2.58 hrs. | Sicoss | B |

**Costo de un incumplimiento**

**Datos:**

**A = 305, 426,818 kwh** **252,719 clientes**

**B = 2.48 hrs.**

**C = Kw ( Demanda promedio anual por cliente)** ← **?**

**Formula:**

$$C = \left( \frac{A}{\text{Clientes totales}} \right) \Big/ 8{,}760 \text{ Hrs} = 0.13 \text{ kw}$$

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 37 (CONTINUACIÓN).***
***CÁLCULO DE UN INCUMPLIMIENTO EN BAJA TENSIÓN.***

Costo de un incumplimientos

**Se propone elevar el valor sigma a 4 con una reducción de incumplimientos de 6133**

**Costo por incumplimiento = 1.4 dls / kwh** ← **Fuente: www.edenor.com**

**Costo por incumplimiento en Zamora = 1.4 dls / kwh x 0.35 kwh = 0.48 dls**

**Costo por incumplimiento ahorrado = 6133 x 0.48 dls x 11.0 pesos**

**= $ 32,382.00 Pesos.**

Costo de un incumplimiento

**Energía dejada de suministrar = B x C = 2.48 Hrs x 0.13 kw**

**= 0.34 Kwh.**

**Costo por incumplimiento = 1.4 dls / kwh** ← **Fuente: www.edenor.com**

**Costo por incumplimiento en Zamora = 1.4 dls / kwh x 0.34 kwh = 0.48 dls**

**Costo total = (Incumplimientos totales X 0.48 dls) = 14,447 x 0.48 x $11 =**

**= $ 76,280.00 Pesos.**

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Tabla 17 se desglosa el cálculo del ahorro estimado de este proyecto, por reducción de eventos, energía dejada de vender y penalización en la Zona Zamora.

## *TABLA Nº 17.*
## *CÁLCULO DEL AHORRO ESTIMADO EN PROYECTO.*

**REDUCCION DE REPROCESOS**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REDUCCION DE EVENTOS | 610 SECTORES | 72 SERVICIOS INDIVIDUALES | | $704.00 | $ 480,128.00 |
| ENERGIA DEJADA DE SUMINISTRAR | T. DE REST. 2.5 HRS. | 610 SECTORES DISMINUIDOS POR PROYECTO | | COSTO DE OPERACIÓN POR SECTOR $ 22.11 | $ 33,717.00 |
| REDUCCION POR PENALIZACION | 610 SECTORES | 6133 INCUMPLIMIENTOS | | $15.4 | $ 32, 382.00 |

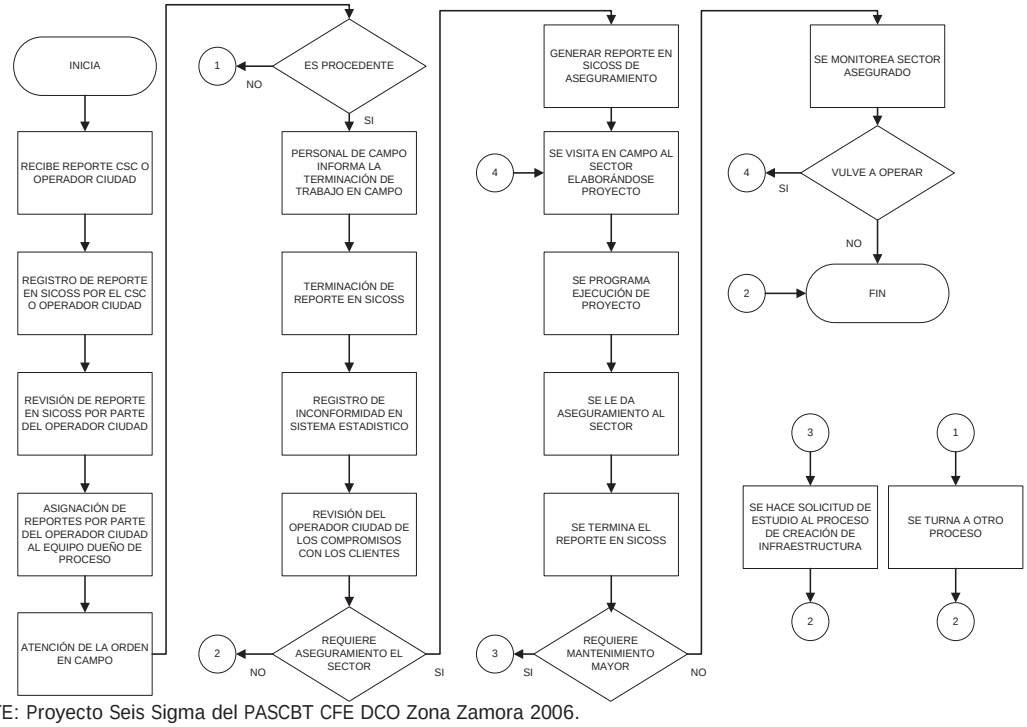
**TOTAL $ 546,227.00**

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.2 META O PROPOSITO

Para documentar como se realiza actualmente el proceso realizamos el mapeo de proceso de tercer nivel (Figura 38), que permite observar de una forma gráfica y detallada las etapas de todo el proceso.

## *FIGURA Nº 38.*
## *MAPEO DE PROCESO 3ER NIVEL.*




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.3 PLAN DE RECOLECCION DE DATOS

***TABLA Nº 18.***
***PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.***

| PLAN DE RECOLECCION DE DATOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| QUE FACTORES INFLUYEN EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS CON LOS CLIENTES CONTRATADOS EN BAJA TENSION. | | | | | |
| DATOS | | DEFINICION OPERACIONAL Y PROCEDIMIENTOS | | | |
| QUE | TIPO DE MEDICIÓN Y / O DATOS | ¿COMO MEDIRLO ? | VARIABLES ESTRATIFICADAS | | COMO Y DONDE CONSOLIDAR |
| | | | URBANO | RURAL | |
| 1.- INTERRUPCIONES PROLONGADAS | DATOS MENSUALES A NIVEL DE CENTRO DE TRABAJO DE LA ZONA. | CANTIDAD DE EVENTOS Y TIEMPO DE ATENCIÓN. | 1 DE 12 HR<br>1 DE 3 HR | 1 DE 24 HR<br>1 DE 6 HR | ARCHIVAR EN HOJA DE CALCULO DE MICROSOFT EXCEL BAJO EL NOMBRE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES |
| 2.- INTERRUPCIONES BREVES | DATOS MENSUALES A NIVEL DE CENTRO DE TRABAJO DE LA ZONA. | CANTIDAD DE EVENTOS Y TIEMPO DE ATENCIÓN. | 20 | 60 | ARCHIVAR EN HOJA DE CALCULO DE MICROSOFT EXCEL BAJO EL NOMBRE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES |
| 3.- INTERRUPCIONES PROGRAMADAS | DATOS MENSUALES A NIVEL DE CENTRO DE TRABAJO DE LA ZONA. | CANTIDAD DE EVENTOS Y TIEMPO DE ATENCIÓN. | 2 DE 2 HR | 3 DE 2 HR | ARCHIVAR EN HOJA DE CALCULO DE MICROSOFT EXCEL BAJO EL NOMBRE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES |
| 4.- VARIACION DEL VOLTAJE CONTRATADO | DATOS MENSUALES A NIVEL DE CENTRO DE TRABAJO DE LA ZONA. | CANTIDAD DE EVENTOS Y TIEMPO DE ATENCIÓN. | (+/- 5%) | (+/- 7%) | ARCHIVAR EN HOJA DE CALCULO DE MICROSOFT EXCEL BAJO EL NOMBRE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES |
| 5.- DESBALANCE EN EL VOLTAJE ENTRE FASES | DATOS MENSUALES A NIVEL DE CENTRO DE TRABAJO DE LA ZONA. | CANTIDAD DE EVENTOS Y TIEMPO DE ATENCIÓN. | 2% | 4% | ARCHIVAR EN HOJA DE CALCULO DE MICROSOFT EXCEL BAJO EL NOMBRE COMPROMISOS CON LOS CLIENTES |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

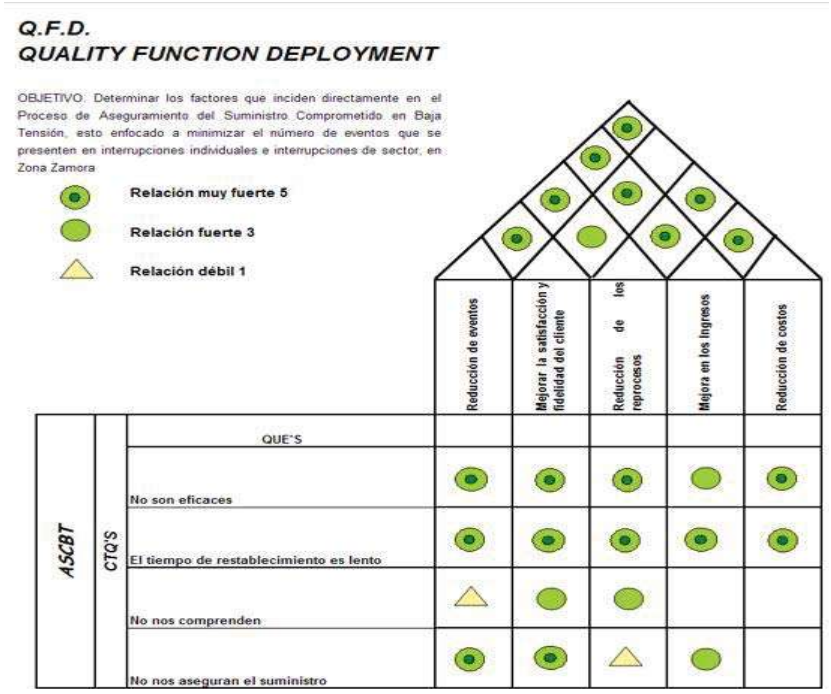
### 3.2.4 DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE CALIDAD

Para garantizar las propiedades, características y especificaciones del producto se elaboro el QFD del proyecto “Incremento de la Eficiencia del Proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión”, se consideró la información proporcionada por la encuesta SIEN aplicada a los clientes de Baja Tensión, esto para determinar él ¿QUÉ? (Voz del cliente), así mismo los ¿COMO’s? (Medidas técnicas del proceso).

En las Figuras 39, 40 y 41 se muestra en el renglón las medidas técnicas (COMO’s) y en la columna se muestran las necesidades del cliente (QUE’s) que para conformar las matrices técnica de correlaciones y la de relaciones entre las necesidades del cliente y las medidas técnicas se analiza las matrices y con la simbología que se muestra se ponderan las relaciones entre medidas técnicas y relaciones entre necesidades del cliente y las medidas técnicas multiplicando el peso especifico de la relación por la importancia según la escala de Likert del requerimiento del cliente. Sumando los datos específicos de las relaciones obtenidas, se obtuvieron valores de despliegue en donde observamos los CTQ’s con mayor área de oportunidad para mejorar el proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión son: Reducción de eventos, Mejorar la satisfacción y fidelidad del cliente y Reducción de los reprocesos.

## *FIGURA Nº 39.*
## *QFD CON DESPLIEGUES.*

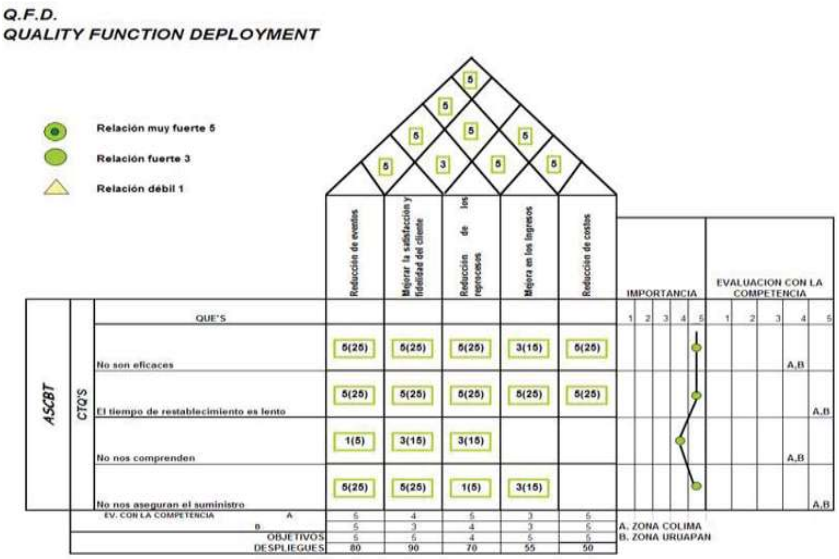
**CASA DE LA CALIDAD CON DESPLIEGUES**




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

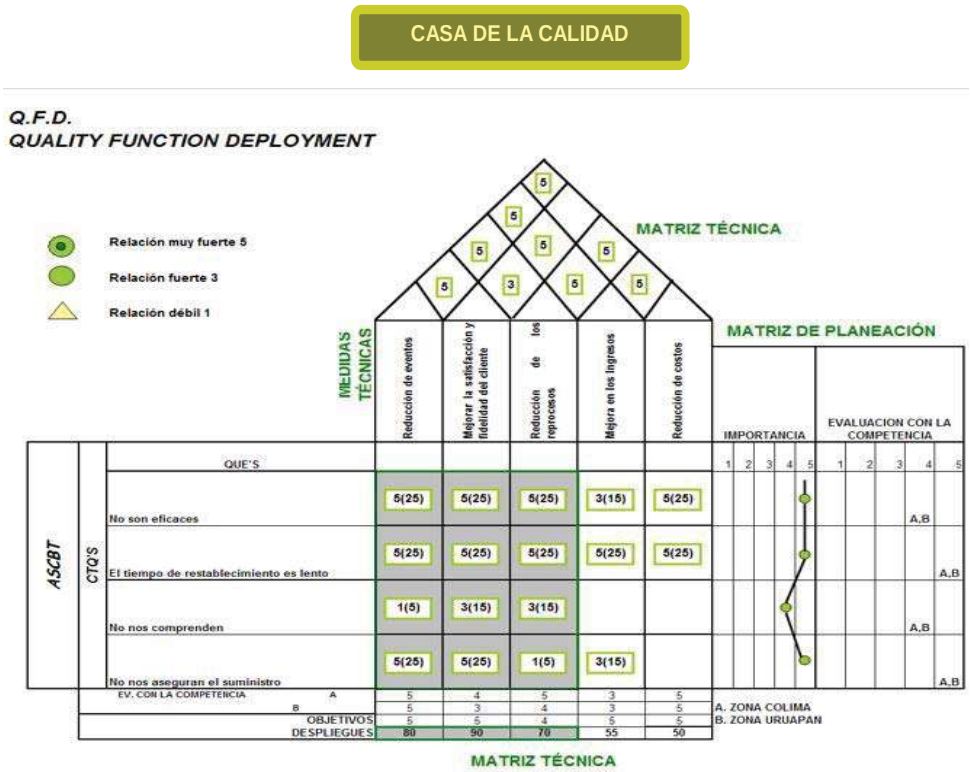
## *FIGURA Nº 40.*
## *QFD CON PONDERACIÓN.*

**CASA DE LA CALIDAD CON PONDERACIÓN**




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 41.***
***QFD DESPLIEGUE DE CALIDAD.***

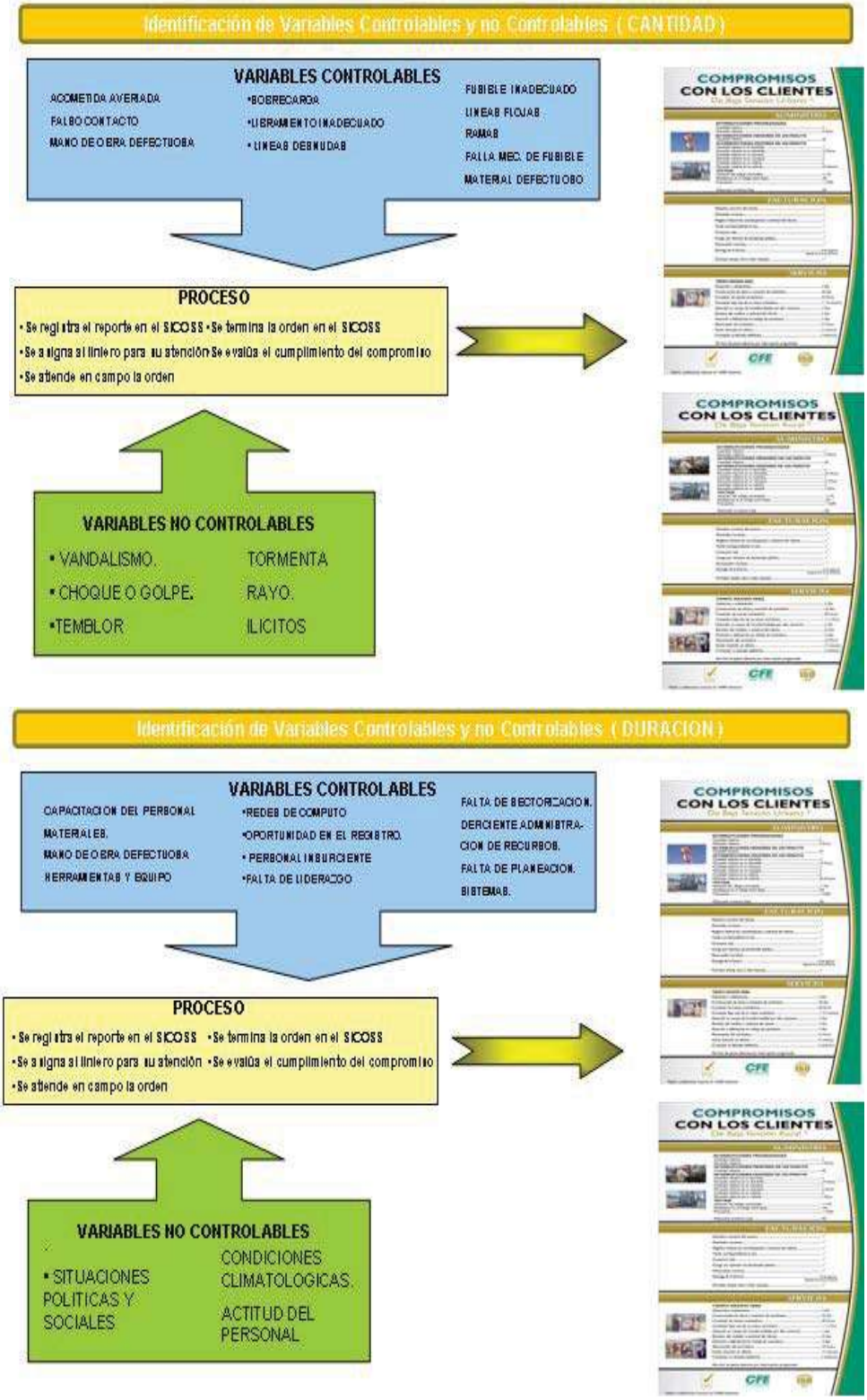



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## 3.2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES CONTROLABLES Y NO CONTROLABLES

Con fin de identificar las variables que contribuyen al incumplimiento de los compromisos ofertados a nuestros clientes en cuanto a cantidad y duración de interrupciones, en la Figura 42 ilustramos las variables controlables que son todas aquellas en las que podemos influir de manera directa para la disminución de los incumplimientos en el proceso, así mismo mostramos aquellas variables no controlables que influyen directamente en el proceso, pero que su control es mas complejo. Nuestras variables obtenidas del análisis del proceso son discretas, a corto plazo, de distribución normal y de solo un proceso.

## *FIGURA Nº 42.*
## *IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.*




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.6 ANÁLISIS R & R PARA ATRIBUTOS (MÉTODO CORTO)

En la Tabla 19 se considero una muestra de 100 reportes del sistema de control de solicitudes de servicio (SICOSS) donde se analizan los siguientes conceptos: El cumplimiento o no de los compromisos ofertados a los clientes de baja tensión, esto es si el reporte de interrupción cumplió o no con los compromisos ofertados, tomando en cuenta el horario de registro y el horario de terminación en el sistema y comparar este tiempo con lo ofertado (Tabla 19).

***TABLA Nº 19.***
***CRITERIOS PARA REVISIÓN DE REPORTES EN SICOSS.***

**PRUEBA R & R**

| CAMP | A |
|---|---|
| HORA DE REPORTE EN | Verificación de horario de registro de reporte en el sistema de control de solicitudes de servicio |
| HORA DE TERMINACION | Cumplimiento de compromisos ofertados en el proceso de Aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión. |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***TABLA Nº 20.***
***ANALISIS R&R POR ATRIBUTOS***

**ANALISIS R&R POR ATRIBUTOS**

**MÉTODO CORTO**

| CONSECUTIVO | No. De ORDEN | Experto | Analista 1 | | Analista 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Prueba1 | Prueba 2 | Prueba 1 | Prueba 2 |
| 1 | A2392465 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | B3426692 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | A3399570 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | A3404101 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | B3376088 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | B3377170 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | B3417086 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | C3378190 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | B3417370 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | B3415886 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | B3420847 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | B3377608 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | A3390634 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | B3400346 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | C3379881 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | A3407986 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | A3390598 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | A3416467 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | A1386798 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | B1414733 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | A3392916 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | C3419877 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | A3414542 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | A3411182 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | B3381506 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | A3412085 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | A3425859 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | B3395525 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | B3401620 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | B3416573 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | B3425265 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | B3399727 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 33 | A3425733 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 34 | A3404783 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 35 | C3403379 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 36 | C3371452 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 37 | C3386443 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 38 | A3391519 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 39 | 33395227 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 40 | 23403070 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | 13388503 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 42 | 63383235 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 43 | 23426177 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | 63374513 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 45 | 23425294 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 46 | 63395357 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 47 | 33395693 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 48 | 23404208 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 23377936 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 22421916 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| CONSECUTIVO | No. De ORDEN | Experto | Analista 1 | | Analista 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Prueba1 | Prueba 2 | Prueba 1 | Prueba 2 |
| 51 | B3379908 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 52 | A1412823 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 53 | M3380634 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 54 | J3417904 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 55 | J3386616 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 56 | J3405406 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 57 | J3405471 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 58 | K1417742 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 59 | K3405746 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | J3400325 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 61 | M3415118 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 62 | J3386315 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 63 | M3425659 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 64 | K3396492 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 65 | J3398412 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 66 | J3387667 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 67 | J3399791 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 68 | K3418886 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 69 | J3398252 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 70 | J3375296 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 71 | K3384285 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 72 | J3383469 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 73 | K3399982 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 74 | J3412887 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 75 | M3420049 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 76 | K3399864 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 77 | J3419900 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 78 | K3374368 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 79 | M3406329 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 80 | M3417891 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 81 | K3383636 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 82 | K3413086 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 83 | L3411715 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 84 | L3425397 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 85 | 73387812 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 86 | L3389963 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 87 | L3413729 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 88 | 73426894 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 89 | 83400988 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 90 | L3411630 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 91 | 83410635 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 92 | 83398444 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 93 | 73396570 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 94 | 73408684 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95 | 83388301 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 96 | 83373573 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 97 | 73374445 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 98 | 83376699 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 99 | 73415928 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 73407105 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Para realizar esta prueba se tomó una muestra de 100 eventos aleatoriamente de reportes del proceso de baja tensión, señalando si se aprobaba (anotando el número 1) o rechazaba (anotando el número 0); cabe señalar que con un solo aspecto que incumpliera sería motivo de rechazo, al termino de la prueba se comenzó nuevamente en el mismo orden tomando las mismas consideraciones y haciendo las anotaciones correspondientes, Se realizó la prueba con dos evaluadores y un experto tomando en cuenta lo anterior.

De la Tabla 21 podemos deducir que los analistas 1 y 2 tienen como resultado de repetibilidad y reproducibilidad un porcentaje del 100% por lo que podemos determinar y validar el sistema de medición como excelente bajo estas condiciones.

***TABLA Nº 21.***
***RESULTADOS DE LA PRUEBA R&R POR ANALISTA.***

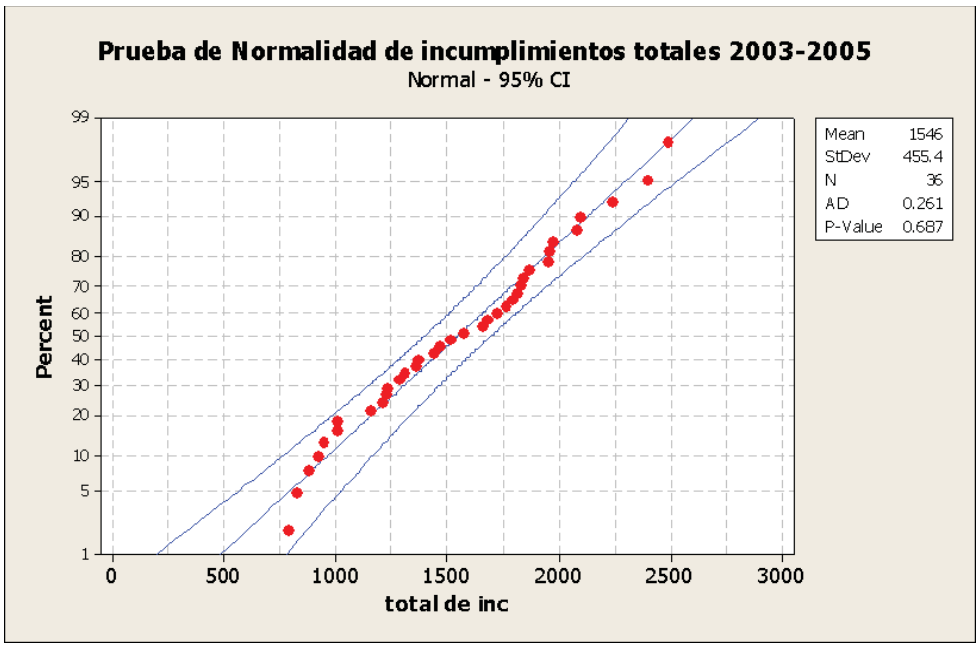
| RESULTADOS DE LA PRUEBA R&R | | | |
|---|---|---|---|
| CONCEPTO | ANALISTA 1 | ANALISTA 2 | AMBOS ANALISTAS |
| DE ACUERDO CON LOS PROPIOS RESULTADOS | 100% | 100% | |
| DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR | 100% | 100% | |
| DE ACUERDO ENTRE ANALISTAS EN LAS DOS PRUEBAS | | | 100% |
| DE ACUERDO ENTRE ANALISTAS EN LAS DOS PRUEBAS Y CON EL ESTANDAR | | | 100% |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.7 ANALISIS GRÁFICOS

La Tabla 14 contiene la información del número de incumplimientos de baja tensión que se presentaron en el año 2005 en la Zona Zamora, además, esta tabla nos permite calcular el nivel sigma del proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión para el ejercicio 2005, tomando en cuenta los incumplimientos que aporta la red de baja tensión. Una suposición crítica para probar la hipótesis es que la información esta distribuida normalmente, puede ser difícil por medio de una grafica de distribución si los datos o la información es normal. Los puntos de la información estarán adentro de las líneas de intervalo de confianza si es normal. La Figura 43 prueba de normalidad de incumplimientos de baja tensión que se presentaron en el año 2003-2005 en la Zona Zamora, la cual podemos considerar como normal.

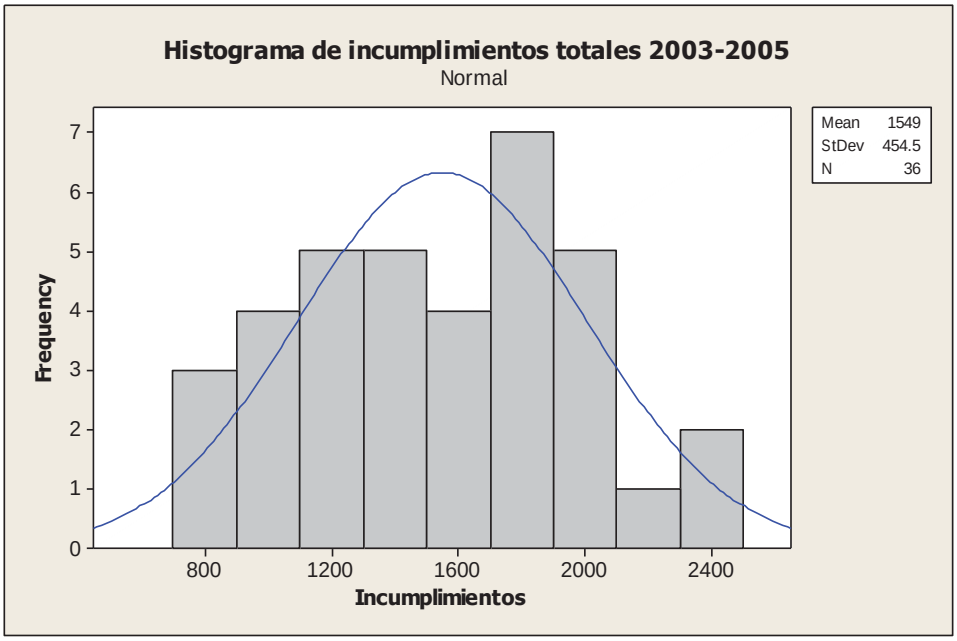
***FIGURA Nº 43.***
***PRUEBA DE NORMALIDAD DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 - 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 44 se muestra claramente la frecuencia con que cada valor de incumplimientos aparece en la base de datos 2003 – 2005 de la Zona Zamora, también revela la tendencia central de la información (otra medición de tendencia central es el promedio) donde se observa que la cantidad de incumplimientos con que mas frecuencia se da esta entre 1700 y 1900.

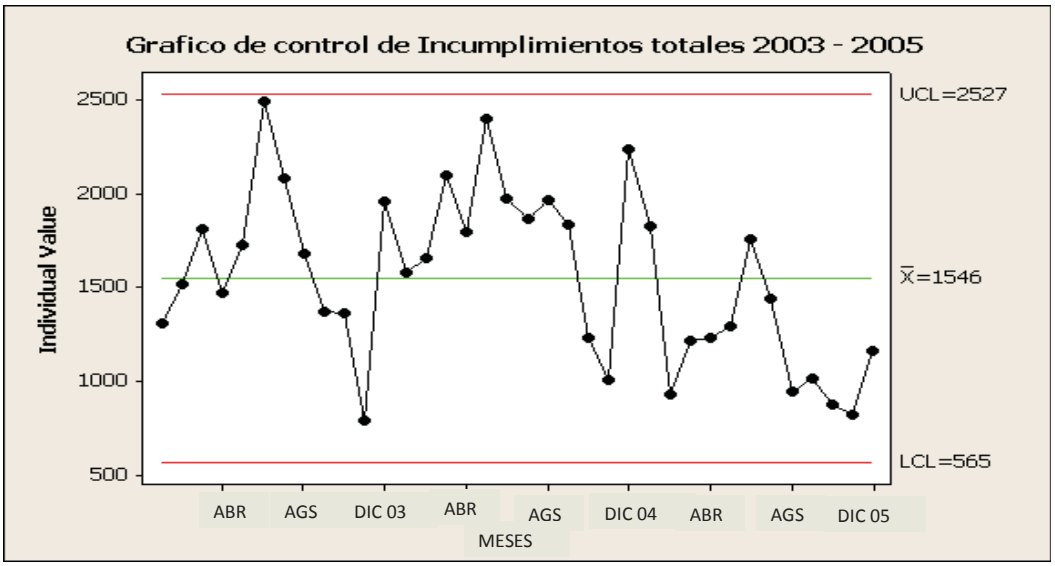
***FIGURA Nº 44.***
***HISTOGRAMA DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 - 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

La grafica de control nos ayuda en el manejo de la variación, en el monitoreo del proceso, además, de que es fácil visualizar el desempeño del proceso, en la Figura 45 muestra el comportamiento y los limites de control (superior de 2527 e inferior de 565) de este proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión zona Zamora. Una grafica de control utiliza el límite 3 sigma para determinar lo que esta o no en control, sumar y restar 3 sigma del promedio, es un buen balance y esta dentro de especificación, lo cual lleva a tener una proporción de observaciones entre ambos limites es de 99.73%.

***FIGURA Nº 45.***
***CONTROL DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003-2005.***



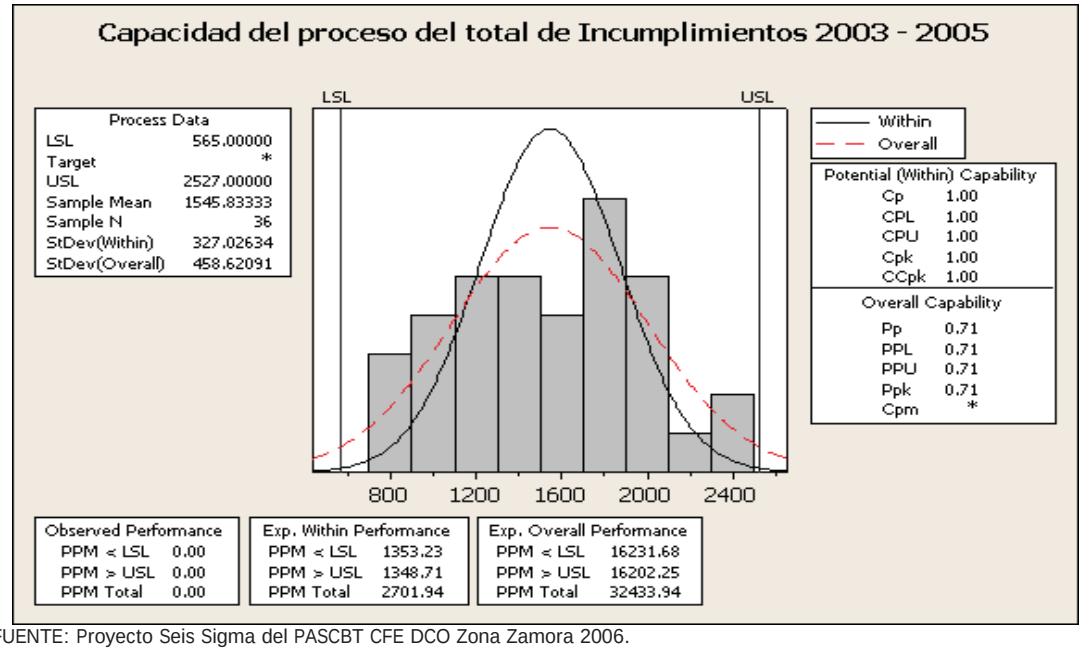

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Los índices de capacidad del proceso determinan en un solo número si un proceso puede cumplir con los requerimientos de los clientes, la limitante de estos es que no tienen significado si los datos provienen de un proceso fuera de control por que es solamente una predicción y solo se puede predecir algo estable, también se requiere que los datos se distribuyan normalmente.

Para evaluar el proceso, utilizamos dos índices el CP (índice de capacidad potencial del proceso, no toma en cuenta la media observada del proceso), y el Cpk (índice de capacidad o habilidad real del proceso, si toma en cuenta la media en el proceso).

Para nuestro caso el Cp=1 y el Cpk=1 indica que el proceso es apenas capaz, lo anterior se aprecia en la Figura 46 que contiene la información de capacidad de proceso para cumplir con los requerimientos comprometidos con el cliente del proceso de aseguramiento comprometido en baja tensión que se presentaron en el año 2003 - 2005 en la Zona Zamora.

***FIGURA Nº 46.***
***CAPACIDAD DEL PROCESO DEL NÚMERO DE INCUMPLIMIENTOS ZONA ZAMORA 2003 - 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.8 BENCHMARK

Realizamos un Benchmark acerca de los compromisos que ofertan a sus clientes otras empresas eléctricas a nivel mundial como se observa a continuación para poder comparara los atributos de la energía entregada por Comisión Federal de Electricidad a sus clientes de baja tensión.

### 3.2.8.1 EMPRESA EUA UTAH POWER

Restablecimiento del servicio de energía: Si te quedas sin energía, nosotros restauraremos tu electricidad cuanto antes. Pero si no se restablece el servicio en el plazo de 24 horas, salvo acontecimientos importantes u otras circunstancias imprevistas, puedes demandar $50 usd y $25 usd por cada 12 horas adicional de retraso.

Problemas con el medidor: Si tienes un problema con tu medidor eléctrico, investigaremos y te dejamos saber los resultados dentro de 10 días laborables. Si no, acreditaremos a tu cuenta $50 usd.

***FIGURA Nº 47.***
***PÁGINA DE INTERNET DE UTAH POWER EN ESPAÑOL.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.8.2 EMPRESAS EUROPEAS VARIAS NEDL, YEDL, CENTRAL NETWORKS

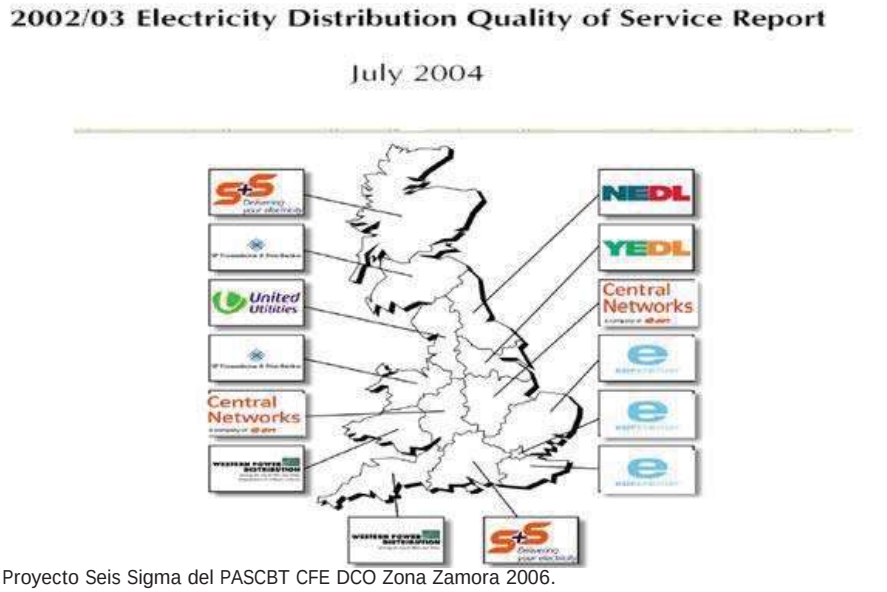
Garantía de los estándares de servicio: En la Tabla 22 se muestran los estándares del servicio respaldados por una garantía - pagamos si incumplimos en un estándar.

***TABLA Nº 22.***
***ESTÁNDARES DE SERVICIO DE EMPRESAS EUROPEAS.***

| Garantía | Estándar | Penalidad |
|---|---|---|
| Falla en el ITM del usuario | De Lunes a Viernes de 7:00 a 19:00 hrs. en 3 hrs.<br>Sábados y domingos y días festivos de 9:00 a 17:00 hrs. en 4 hrs. | € 20 domestico<br>€ 20 no domestico |
| Variaciones en el voltaje | Debemos dar una explicación dentro de 5 días laborables, o visita dentro de 7 días laborables.<br>Final del formulario | € 20 domestico<br>€ 20 no domestico |
| Múltiples interrupciones | Cuando ocurran 4 interrupciones mayores a 3 horas cada una, dentro de un mismo año a partir del 1 de Abril. | € 50 domestico<br>€ 50 no domestico |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 48.***
***PÁGINA DE INTERNET DE VARIAS EMPRESAS EUROPEAS.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Derivado del benchmark se pudo determinar que los compromisos de Comisión Federal de Electricidad División Centro Occidente zona Zamora que les oferta a los clientes de baja tensión son excelentes y de clase mundial, en la Tabla 23 se puede ver los compromisos que maneja otras empresas.

***TABLA Nº 23.***
***COMPARATIVO DE LOS ESTÁNDARES DE SERVICIO CFE VS. UTAH Y EUROPEAS.***

| COMPROMISOS | CFE | | | | UTAH | | EUROPEAS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RURAL | | URBANA | | | | | |
| | C | D | C | D | C | D | C | D |
| INTERRUPCIONES EN EL DOMICILIO | 1 ANUALES | 24 HRS | 1 ANUALES | 12 HRS | N | 24 HRS | N | 3 HRS LUNES A VIERNES |
| INTERRUPCIONES EN LA MANZANA | 1 ANULAES | 6 HRS | 1 ANUALES | 3 HRS | N | 24 HRS | 4 ANUALES | > 3HRS |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.2.9 VOZ DEL CLIENTE

Se realizo una encuesta, Figura 49, en los centros de trabajo de la Zona Zamora con la finalidad de determinar las necesidades de los clientes respecto a los eventos que ocurren en la red de baja tensión cuando se presenta una interrupción.

***FIGURA Nº 49.***
***ENCUESTA SIEN PARA EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DEL SUMINISTRO COMPROMETIDO EN BAJA TENSIÓN.***

Sistema de Encuestas 2006 SiEn CFE Una empresa de clase mundial

Aseguramiento de suministro comprometido en baja tensión (Reparaciones) 2006

| Preguntas | Respuestas | Cantidad | Porcentaje |
|---|---|---|---|
| 1.- En general, en una escala de 0 a 10 como en la escuela, donde cero es muy malo y diez excelente, ¿cómo calificaría usted el servicio que recibe de la Comisión Federal de Electricidad? | | | |
| 2.1.- Amabilidad | | | |
| 2.2.- Conocimiento | | | |
| 2.3.- Rapidez del servicio | | | |
| 2.4.- Honestidad | | | |
| 2.5.- Puntualidad | | | |
| 2.6.- Comprensión a sus problemas con el servicio | | | |
| 3.1.- -Atención del personal en oficinas | | | |
| 3.2.- -Rapidez para solucionar problemas | | | |
| 3.3.- -Calidad del voltaje | | | |

Sistema de Encuestas 2006 SiEn CFE Una empresa de clase mundial

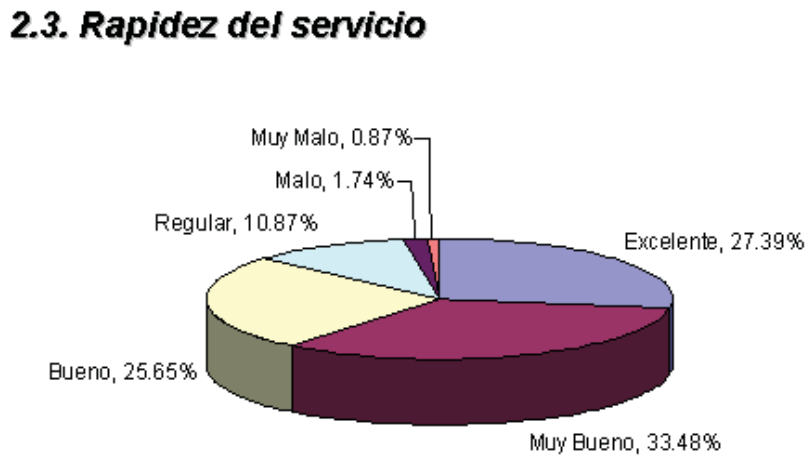
Aseguramiento de suministro comprometido en baja tensión (Reparaciones) 2006

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4.- En su opinión, ¿qué debería hacer la CFE para mejorar su servicio al cliente? (ENCUESTADOR NO LEA OPCIONES) | | | |
| 5.- ¿Qué medios utilizó para poner su reporte o queja? | | | |
| 6.- Al llegar a su domicilio, ¿Se identificó nuestro personal con usted? | | | |
| 7.- ¿En cuánto tiempo le atendimos? | | | |
| 8.- El tiempo que tardamos en atenderle lo considera: | | | |
| 9.- ¿En el último año, cuántas veces se ha quedado sin energía eléctrica? | | | |
| 10.- Al terminar el trabajo, ¿Verificamos las condiciones en que quedó su suministro? | | | |
| 11.- ¿Hay algún servicio adicional que necesite? | | | |
| 12.- Si existieran más empresas de servicio eléctrico ¿Se quedaría usted con? | | | |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 2.3, nos dice que el 86.52 % de los encuestados le parece cuando menos bueno la rapidez con que es atendida por parte del personal de Comisión Federal de Electricidad, Figura 50.

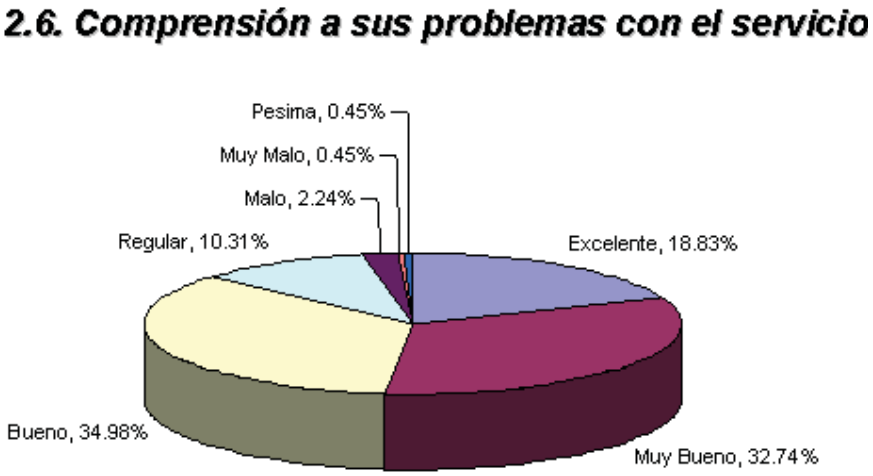
***FIGURA Nº 50.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 2.3.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 2.6, nos dice que el 86.55 % de los encuestados le parece cuando menos buena la comprensión a sus problemas por parte del personal de Comisión Federal de Electricidad, Figura 51.

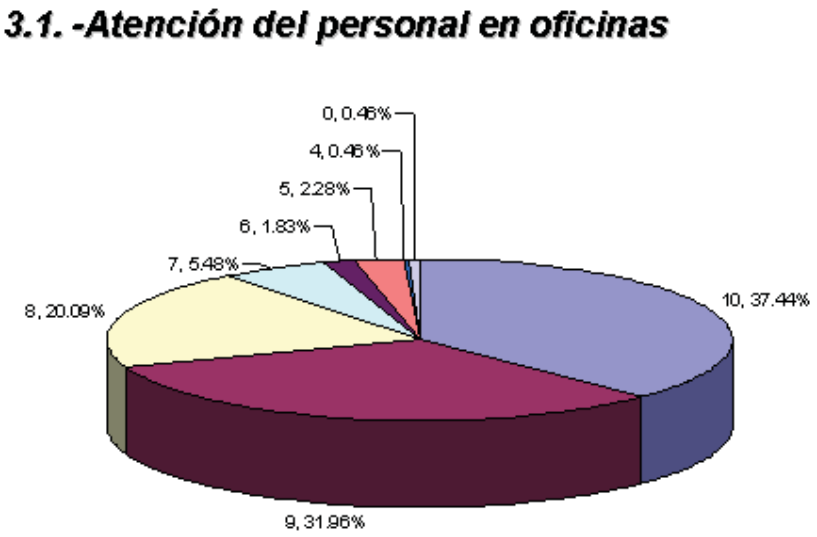
***FIGURA Nº 51.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 2.6.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 3.1, nos dice que el 89.49% de los encuestados le pone una calificación mayor o igual que 8 a la atención en oficinas por parte del personal de Comisión Federal de Electricidad, Figura 52.

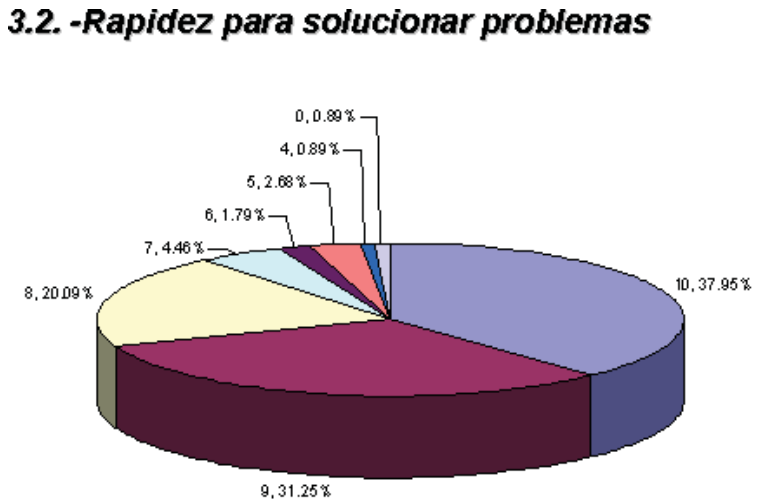
***FIGURA Nº 52.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.1.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 3.2, nos dice que el 89.29 % de los encuestados le pone una calificación mayor o igual que 8 a la rapidez para solucionar problemas por parte del personal de Comisión Federal de Electricidad, Figura 53.

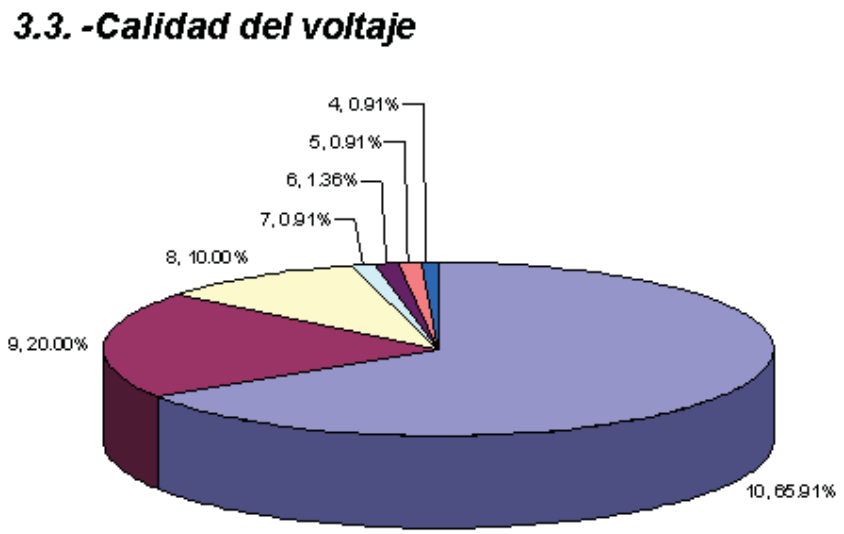
***FIGURA Nº 53.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.2.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 3.3, nos dice que el 95.91 % de los encuestados le pone una calificación mayor o igual que 8 a la calidad de voltaje que suministra Comisión Federal de Electricidad, Figura 54.

***FIGURA Nº 54.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 3.3.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

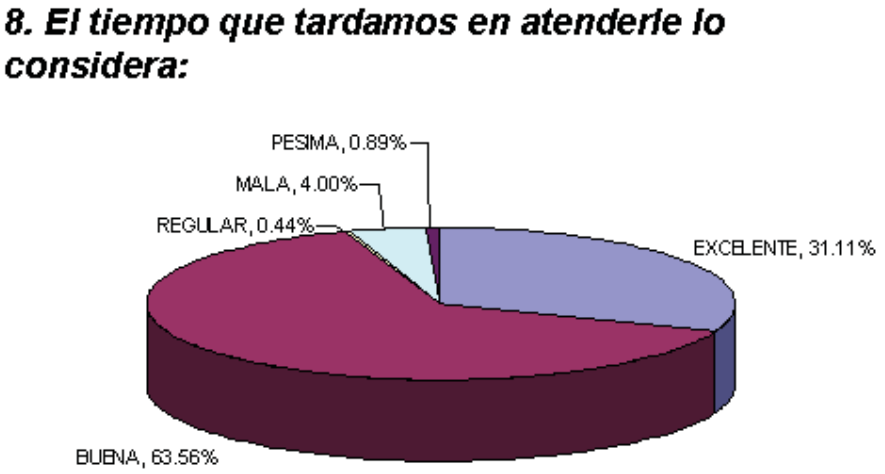
Como resultado de la pregunta número 7, nos dice que el 81.52 % de los encuestados le hemos atendido en menos de 3 horas, Figura 55.

***FIGURA Nº 55.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 7.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 8, nos dice que el 94.67 % de los encuestados le parece cuando menos bueno el tiempo que tardamos en atenderle, Figura 56.

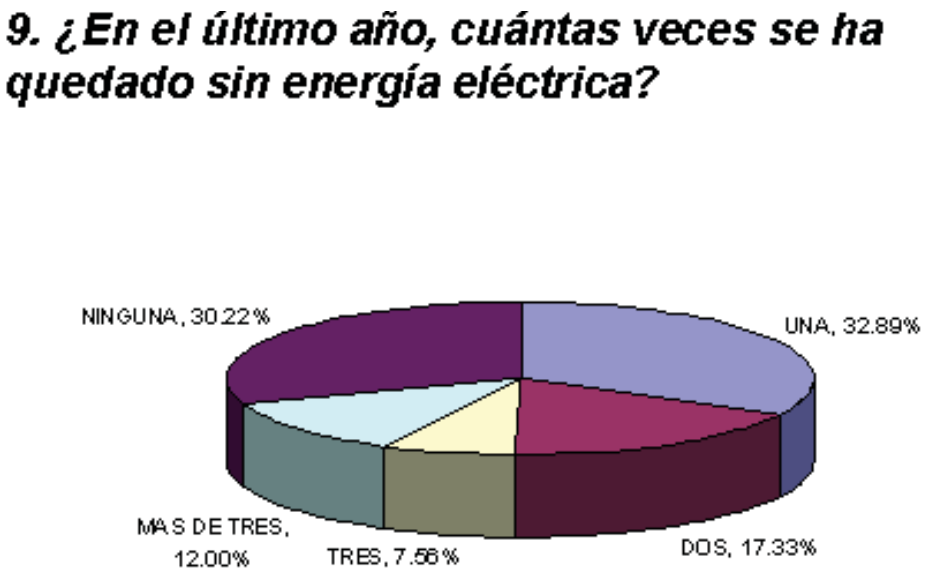
***FIGURA Nº 56.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 8.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 9, nos dice que el 88 % de los encuestados no han tenido ausencia de energía mas de tres veces en el último año, Figura 57.

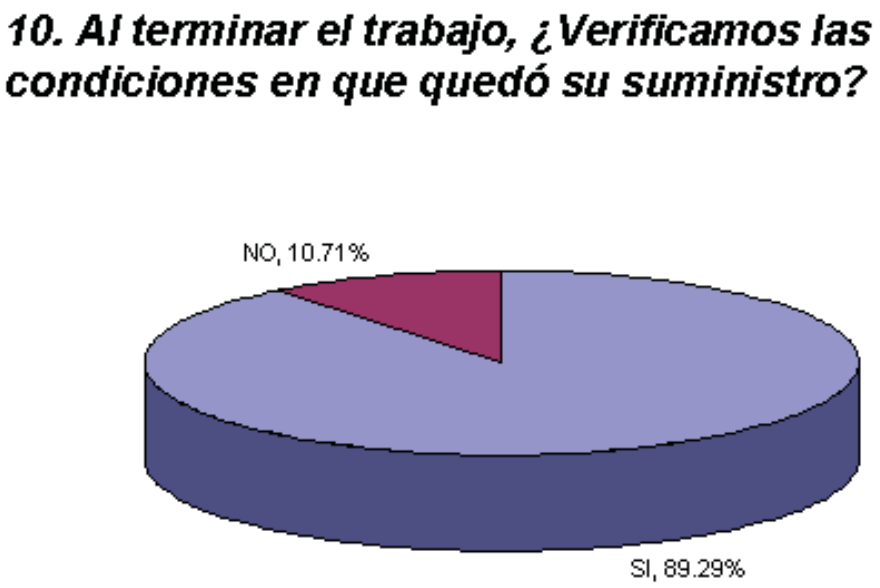
***FIGURA Nº 57.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 9.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Como resultado de la pregunta número 10, el 89.29 % de los encuestados dice que el personal de Comisión Federal de Electricidad si verifica las condiciones en que quedó el suministro, Figura 58.

***FIGURA Nº 58.***
***RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA PREGUNTA NÚMERO 10.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## 3.3 ETAPA DE ANALISIS

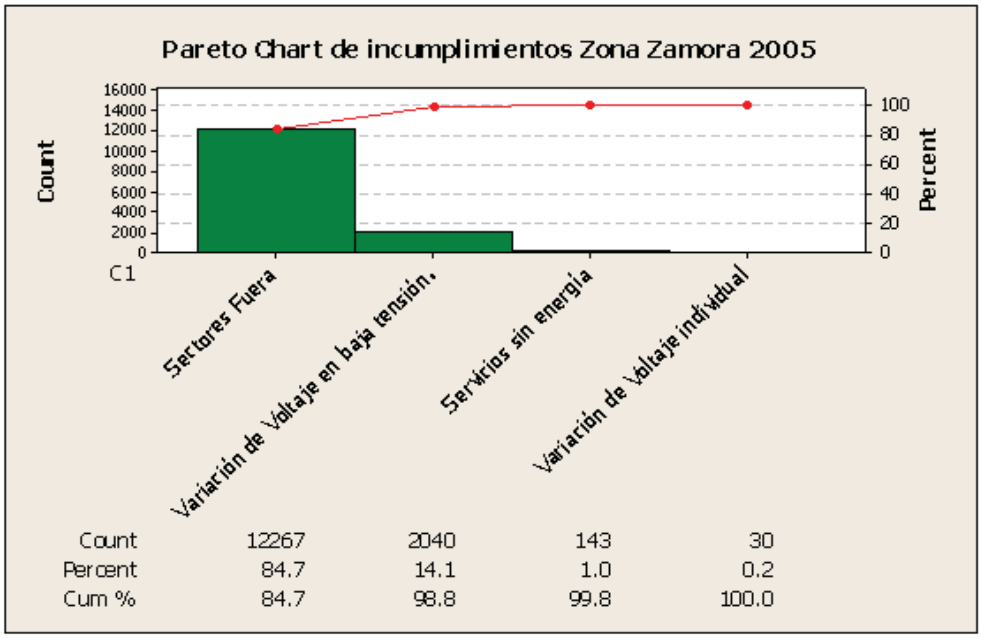
Los eventos que contribuyen al incumplimiento de los compromisos ofertados en el Proceso de aseguramiento del suministro comprometido en baja tensión, si es que estos rebasan la cantidad ofertada son: Sector fuera, Variación de voltaje en baja tensión, Servicios sin energía y Variación de voltaje individual.

Ya en la etapa de Medición en las Figuras 43 y 44 determinamos que estos incumplimientos se encuentran distribuidos de una manera normal de acuerdo a esta herramienta utilizada ya que los puntos de información están dentro del intervalo de confianza y como cualquier hipótesis conviene en la medida de lo posible probarla. En la Figura 43 se puede observar la normalidad de los 36 datos (meses) registrados de los incumplimientos Zona Zamora en el año 2003 – 2005.

### 3.3.1 PARETOS DE LOS EVENTOS CON MAYOR APORTACION DE INCUMPLIMIENTOS EN BAJA TENSIÓN ZONA ZAMORA

Se elaboro un Pareto de los eventos ocurridos en la Zona Zamora durante el año 2005, con objeto de identificar cuales tienen mayor aportación a los incumplimientos del proceso de baja tensión, quedando este de la siguiente forma:

***FIGURA Nº 59.***
***PARETO DE LOS EVENTOS CON MAYOR APORTACION DE INCUMPLIMIENTOS EN BAJA TENSIÓN ZONA ZAMORA 2005***

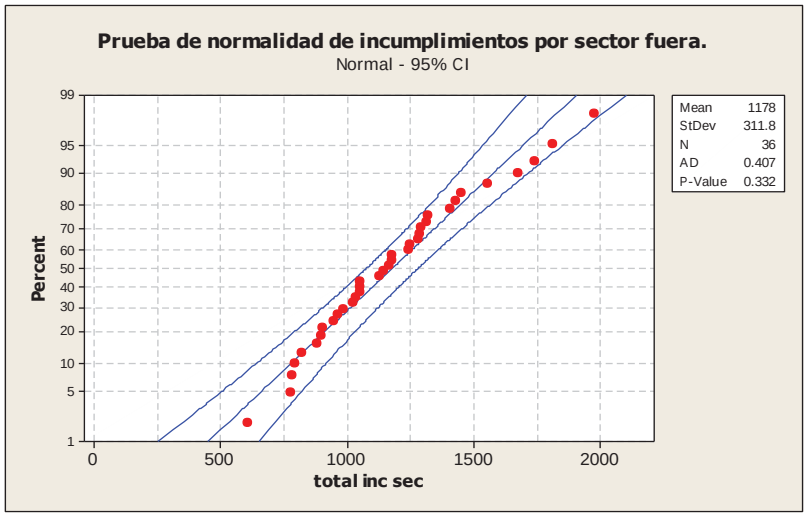



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 59 podemos observar que el evento que más influyó en los incumplimientos de baja tensión a nivel Zona Zamora en el año 2005 fue: Sector Fuera el cual nos aporta el 84.7 % de la problemática es decir de los incumplimientos ofertados y será la causa a la cual enfocaremos nuestras estrategias en este proyecto por representar más del 80 % de nuestras causas.

En la Figura 60 se puede observar la normalidad de los datos de los incumplimientos por Sector fuera en la Zona Zamora en el año 2003 - 2005, ya que los datos se encuentran dentro de los límites establecidos.

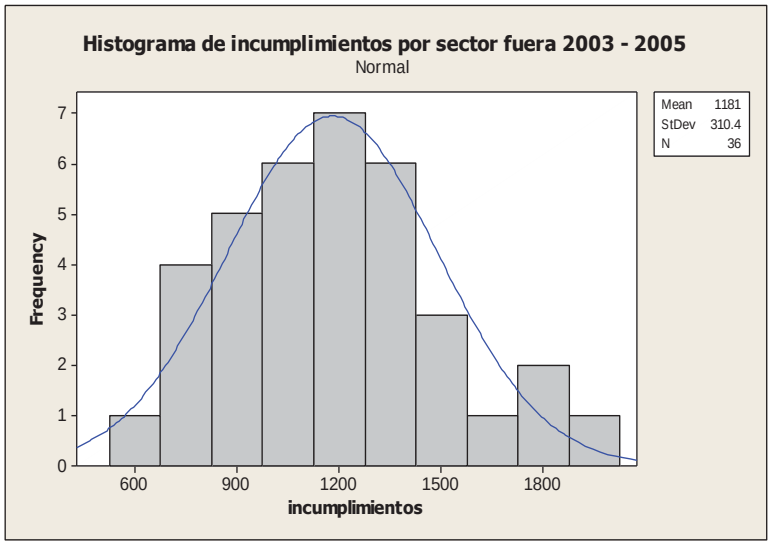
***FIGURA Nº 60.***
***PRUEBA DE NORMALIDAD DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA ZONA ZAMORA.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 61 se muestra claramente la frecuencia con que cada valor de incumplimientos por sector fuera aparece en la base de datos 2003 – 2005 de la Zona Zamora, también revela la tendencia central de la información (otra medición de tendencia central es el promedio) donde se observa que la cantidad de incumplimientos por sector fuera con que mas frecuencia se da esta en 1200.

***FIGURA Nº 61.***
***HISTOGRAMA DE INCUMPLIMIENTOS POR SECTOR FUERA ZONA ZAMORA 2003 - 2005.***

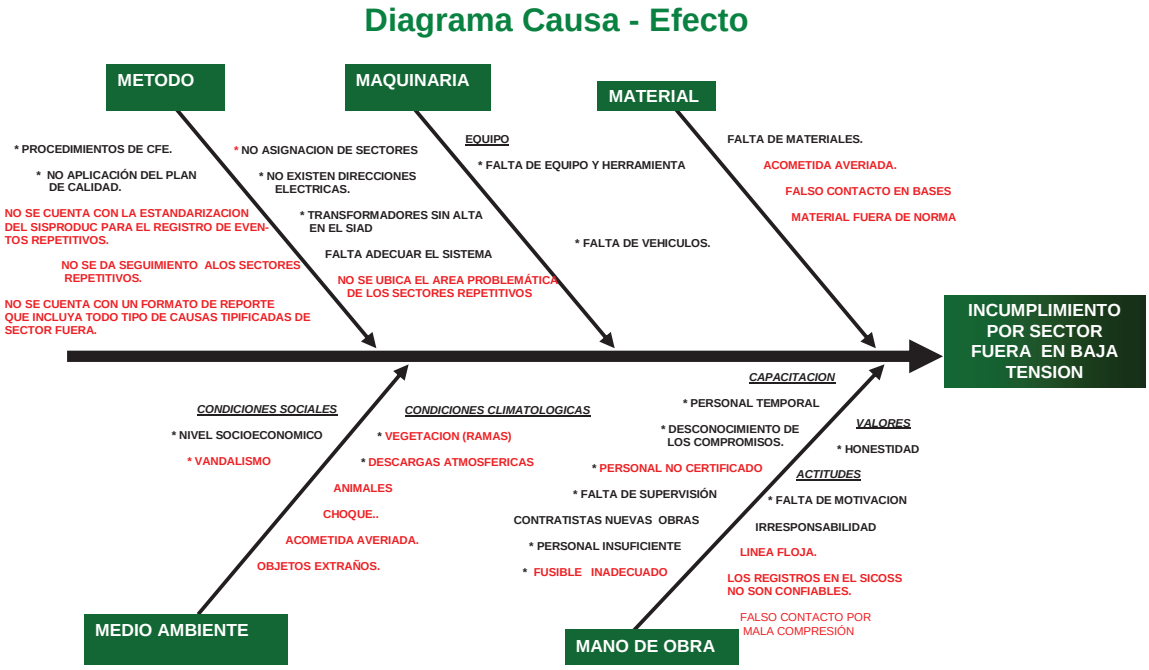



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.3.2 DIAGRAMA CAUSA EFECTO

Se elaboro el diagrama causa efecto Figura 62 en donde se determinaron las causas más relevantes que generan los Sectores fuera, esto con el fin de identificar aquellas causas en las que podemos influir de manera efectiva para corregirlas y aquellas en las que su influencia sea menor pero identificadas, quedando de la siguiente forma:

***FIGURA Nº 62.***
***DIAGRAMA CAUSA EFECTO SOBRE INCUMPLIMIENTO DE SECTORES FUERA.***



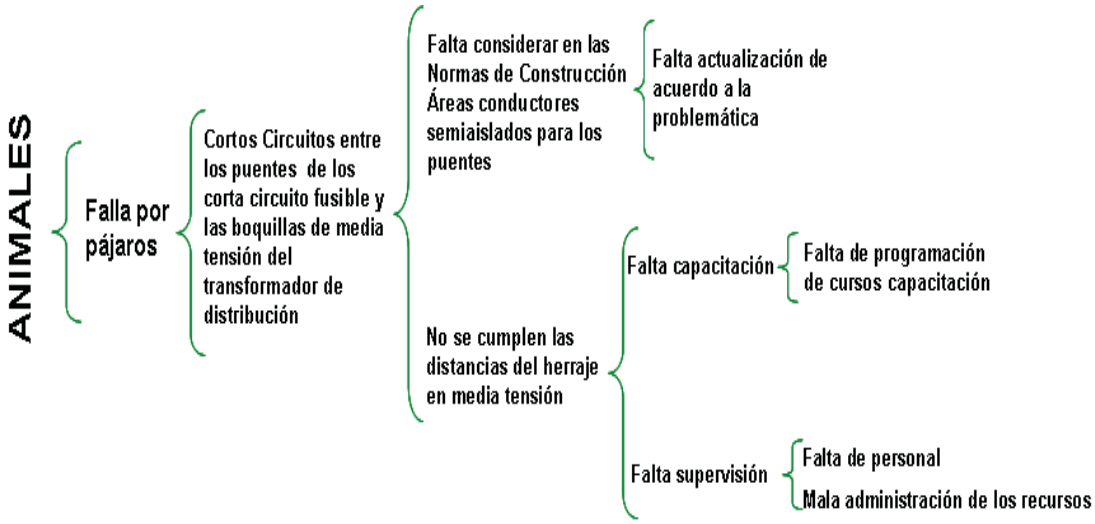

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Respecto a las causas que nos generan Sectores fuera o que influyen de manera importante para el control del proceso y que nos propician el incumplimiento de compromisos, remarcamos con color rojo aquellas que a nuestro juicio pudieran ser las principales y se presentan en la Figura 62.

### 3.3.3 DIAGRAMA DE ARBOL

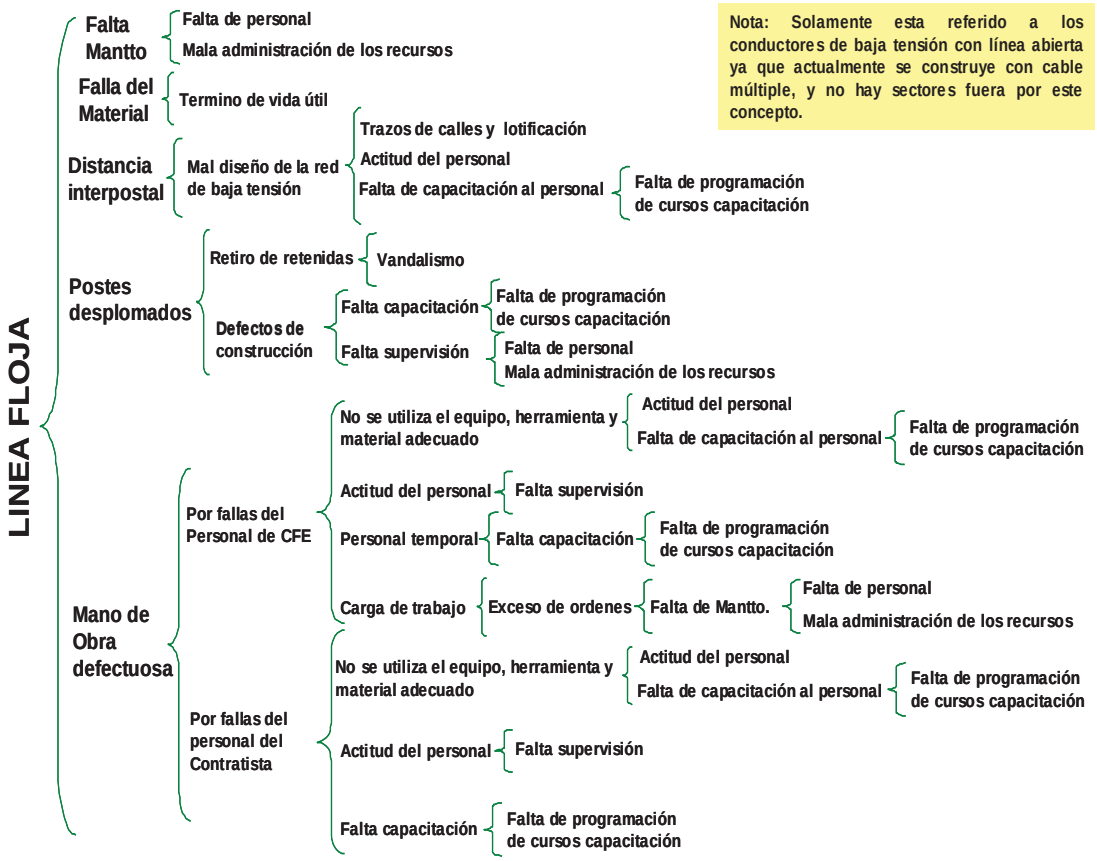
Para las causas más representativas que provocan un Sector fuera, llevamos a cabo diagramas de árbol como las que se muestran en las Figuras 63, 64, 65, 66 y 67 con el fin de encontrar la causa raíz que genera el problema mediante la pregunta de que?, por que?, por que?.

## *FIGURA Nº 63.*
## *DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA POR ANIMALES.*



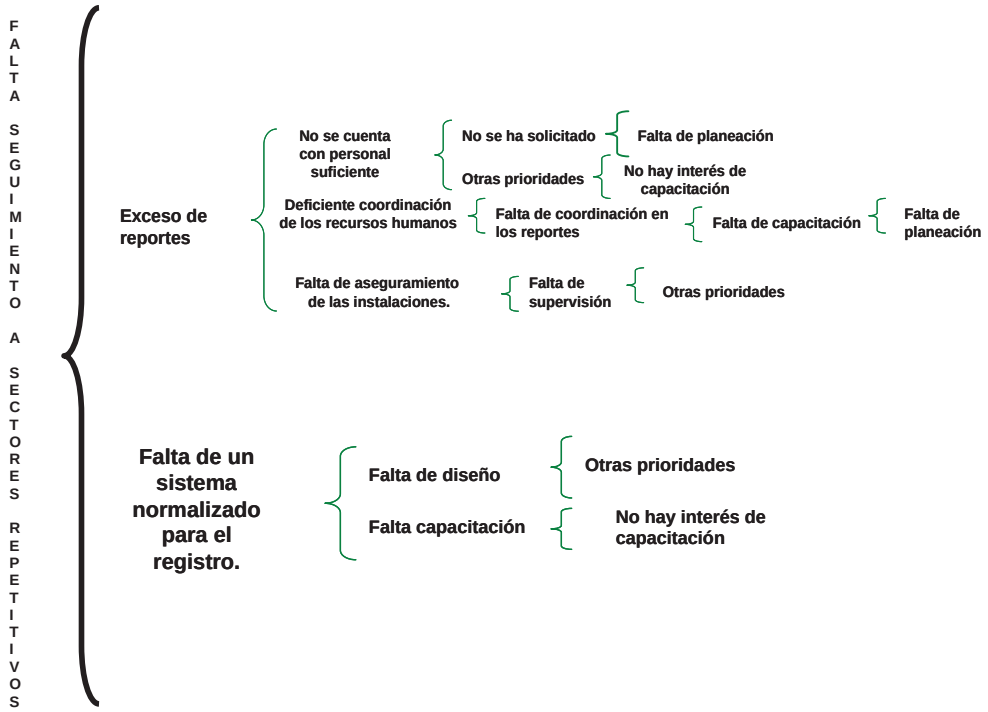

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## *FIGURA Nº 64.*
## *DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA LÍNEA FLOJA.*




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## *FIGURA Nº 65.*
## *DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA SECTORES REPETITIVOS.*

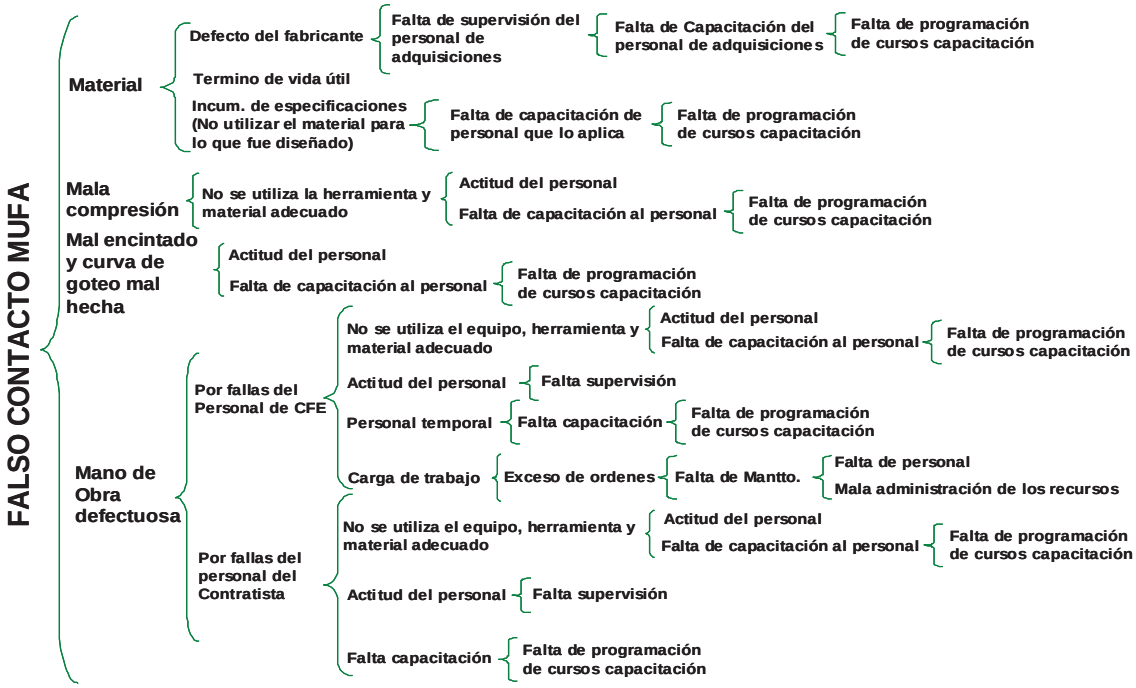



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

## *FIGURA Nº 66.*
## *DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA ACOMETIDA AVERIADA.*

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 67.***
***DIAGRAMA DE ÁRBOL DE CAUSA DE SECTOR FUERA FALSO CONTACTO EN MUFA.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

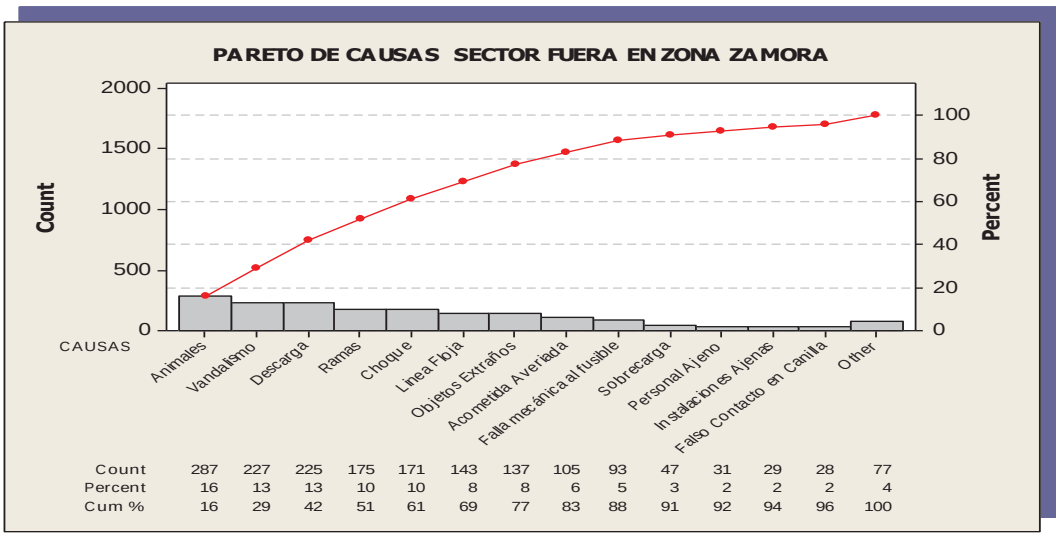
Del análisis anterior concluimos que mucho tiene que ver la falta de capacitación de nuestro personal interno y proveedores de bienes y servicios en la presencia de incumplimientos en los eventos de baja tensión así como la deficiente planeación de las actividades propias del proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión.

### 3.3.4 DIAGRAMA DE PARETO

De los registros de Sectores fuera ocurridos durante el año 2005 en la Zona Zamora se elaboraron Paretos de las causas que son motivo de ocurrencia para determinar cuales son aquellas y validar su contribución al incumplimiento ofertado.

Derivado de este Pareto (Figura 68), podemos determinar que las causas con mayor aportación del evento sector fuera en zona Zamora 2005 fueron: Animales, Vandalismo, Descargas atmosféricas, Ramas, Choque, Línea Floja, Objetos extraños y Acometida averiada entre otras.

***FIGURA Nº 68.***
***PARETO DE CAUSAS QUE PROVOCARON SECTOR FUERA EN ZONA ZAMORA 2005.***

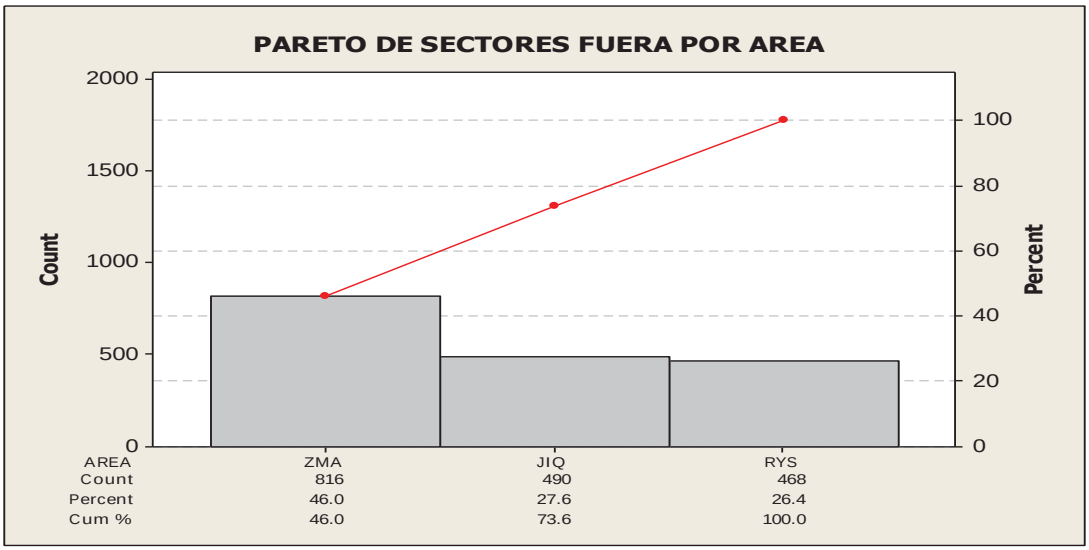



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.3.4.1 ELABORACIÓN DE PARETOS POR ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Como se menciono en la etapa de Definición la Zona Zamora esta conformada por tres áreas de distribución y si estas las analizamos por separado para conocer su problemática especifica respecto a la aportación del evento de Sector fuera. En la Figura 69 podemos observar que el área Zamora nos aporta el 46% del total de sectores fuera ocurridos en el año 2005, el área Jiquilpan el 27.6 % y el área Los Reyes el 26.4 %.

***FIGURA Nº 69.***
***PARETO DE SECTORES FUERA POR ÁREA 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

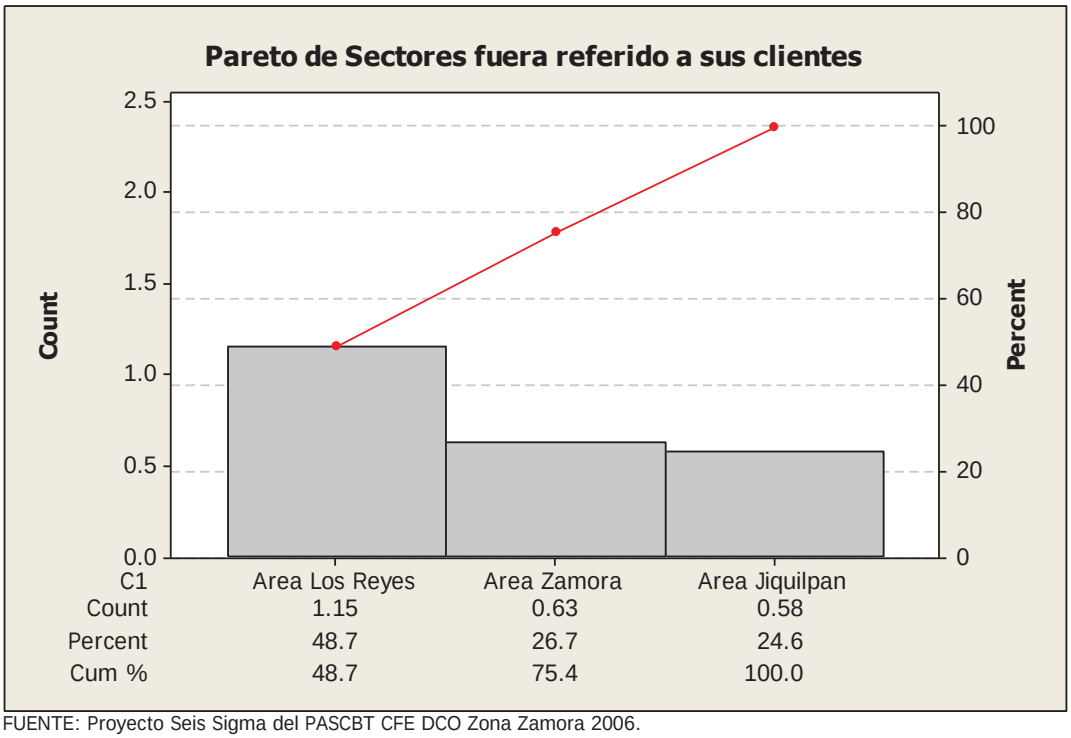
Pero si referimos estos eventos de Sector fuera con respecto a sus propios clientes del centro de trabajo tenemos

Área Zamora: 128, 619 clientes.
Área Jiquilpan: 83, 563 clientes.
Área Los Reyes: 40, 527 clientes.

La Figura 70 nos muestra que la prioridad en presencia de Sectores fuera referida a su cantidad de clientes es el área Los Reyes, por lo cual se considera un área prioritaria en la atención de incumplimientos y así en esa secuencia.

Cuando se recibe un reporte de Sector fuera por parte de nuestros clientes, estos son registrados en el sistema SICOSS, para llevar el control de la atención, la causa, el lugar, el horario, el trabajador, etc.

***FIGURA Nº 70.***
***PARETO DE SECTORES FUERA POR ÁREA 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

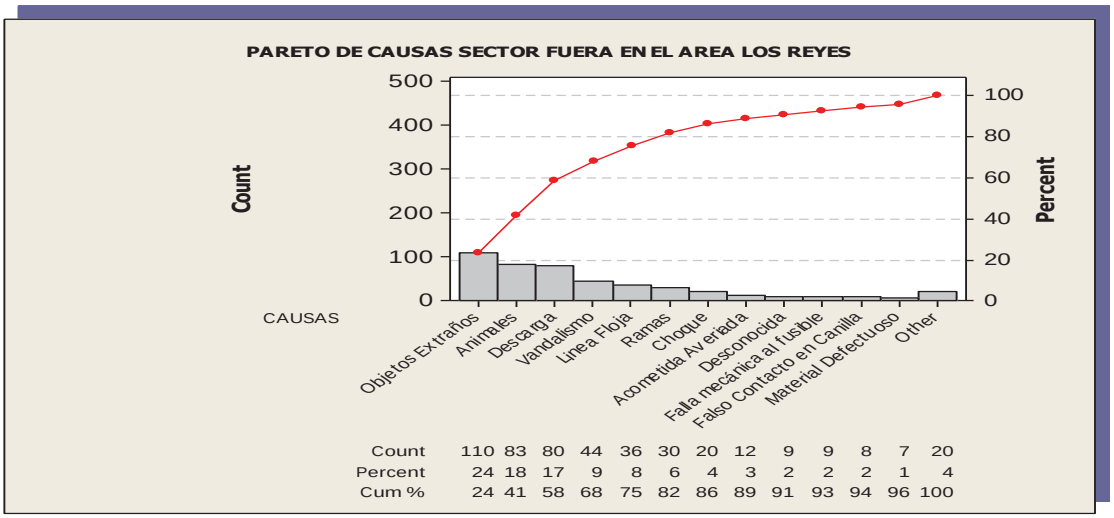
La base de datos (Tabla 24) nos permite generar estrategias de atención apoyándonos en la estadística del mismo sector en cuanto a causalidad. La Tabla 24 muestra la relación estadística de cómo se registran los eventos de Sector fuera. Con esta información estamos en condiciones de dar un cabal y preciso seguimiento de atención a la repetibilidad de sectores fuera por las causas aquí señaladas. De los registros mostrados en la Tabla 24 Clasificamos y priorizamos la presencia de Sectores fuera por causa y en la Figura 71 podemos apreciar que en el área Los Reyes su principal problemática durante el año 2005 corresponde a: Objetos Extraños, Animales Descarga atmosférica, Vandalismo, Línea floja, Ramas, Choque y Acometida averiada entre las causas más representativas.

## *TABLA Nº 24.*
## *REPORTES DE SECTOR FUERA ÁREA LOS REYES 2005.*

| FECHA | NO. ECO | CAPAC | UBICACIÓN | POBLACION | CAUSA | SOLUCION | ASC BT | NO. OPER | NO. ORDEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 3261 | 75 | Zamora | sta Clara | objetos extra | 1 fusible de 3 | 12 | | J1450080 |
| 19 | 4471 | 25 | sal a la yerbabuena | San fco Pbn | animales | 1 fusible de 2 | 15 | | K1440079 |
| 23 | 4523 | 45 | fte a la plaza | San Fco Per | golpe a poste | 1 fusible de 2 | 12 | | K1430595 |
| 19 | 8230 | 30 | Motilinia | Corona | arboles s/lbt | poda de arbol | 14 | | K3450344 |
| 23 | 8818 | 10 | Joya de la Ortiga | Periban | vandalismo | 1 fusible de 1 | 12 | | K1440727 |
| 20 | 12185 | 45 | Por la cancha | El tecolote | desconocida | 3 fusibles de | 14 | | M1430400 |
| 1 | 20896 | 30 | Plaza san gabriel | Los Reyes | Lineas cruzad | 2 fusibles de | 14 | | 81452852 |
| 12 | 24722 | 45 | Martin Rivera | Los Reyes | arboles s/lbt | 1 fusible de 2 | 12 | | 81448925 |
| 3 | 25953 | 50 | 1ero de Mayo | Periban | vandalismo | 1 fusible de 5 | 12 | | K1442361 |
| 10 | 25953 | 50 | Fco Villa | Periban | objetos extra | 1fusible | 14 | | K1443520 |
| 23 | 26032 | 25 | Camecuaro 17 | Los Reyes | quemo casa | 2 fusibles de | 15 | | 83445535 |
| 4 | 26145 | 15 | Conocido | La Fabrica | objetos extra | 2 fusibles de | 12 | | K1442505 |
| 27 | 26301 | 112.5 | B Juarez Jto merca | Periban | vandalismo | 2 fusibles | 15 | | K1436543 |
| 27 | 26301 | 112.5 | fte al mercado | Periban | desconocida | 1 fusible | 14 | | K1451660 |
| 2 | 26384 | 15 | J de J Fdez | Santa Ines | animales | 1 fusible | 16 | | M1447164 |
| 1 | 26409 | 45 | R Romero Sta Rosa | Los Reyes | vandalismo | fusible | 15 | | 81442225 |
| 10 | 26453 | 25 | Fco J Mujica | Sta Clara | animales | 1 fusible | 15 | | J1443740 |
| 20 | 26488 | 45 | Entrada la Tin | La Tinaja | objetos extra | 2 fusibles de | 12 | | J3445012 |
| 16 | 26495 | 15 | La Alberca | El paso | quema de ca | 1 fusible de 1 | 16 | | M1434479 |
| 9 | 26516 | 37.5 | 5 de mayo | San sebast | vandalismo | rep de 2 linea | 15 | | K1428295 |
| 19 | 28130 | 15 | por la escuela | Xhaniro | arboles | 1 fusibles de | 14 | | J1430167 |
| 1 | 28611 | 45 | Ferrocarril | Sta Clara | linea balacea | 3 fusibles de | 14 | | J1426947 |
| 8 | 29010 | 45 | fco j mujica | Tinguindin | objetos extra | 2 fusibles de | 12 | | J1438167 |
| 14 | 29443 | 30 | 5 de feb esq m | Los Reyes | animales | 3 fusibles | 14 | | 81429245 |
| 2 | 29554 | 45 | conocido | El Tecolote | arboles s/lbt | poda de arbol | 15 | | M1444243 |
| 8 | 30002 | 75 | Fte bachilleres | Los Reyes | animales | | 14 | | 71428062 |
| 8 | 30003 | 30 | Azalea | Los Reyes | animales | 2 fusibles de | 12 | | 71433522 |
| 18 | 30003 | 30 | Gardenia | Los Reyes | falla mecanic | 2 fusibles de | 15 | | 71440063 |
| 4 | 30003 | 30 | Azalea esq Rosal | Los Reyes | sobrecarga | fusible | 15 | | 71442691 |
| 21 | 30004 | | Calz san Juan | Los Reyes | desconocida | 2 fusibles | 15 | | 71440317 |
| 14 | 30007 | 15 | Las Rosas | Los Reyes | animales | 2 fusibles de | 15 | | 71429225 |
| 15 | 30007 | 15 | Las Rosas | Los Reyes | animales | 3 fusibles de | 12 | | 71434343 |
| 12 | 30007 | | Tulipanes | Los Reyes | animales | 2 fusibles de | 15 | | 71438903 |
| 30 | 30007 | 15 | Ave Las Rosas | Los Reyes | desconocida | 1 chapulin | 15 | | 71452233 |
| 30 | 30007 | 15 | Ave Las Rosas | los reyes | objetos extra | 1 fusible de 3 | 12 | | 71452172 |
| 18 | 30010 | 45 | Tulipanes | Los Reyes | objetos extra | 2 fusibles de | 12 | | 71429889 |
| 4 | 30013 | 25 | C Andrade | Los Reyes | vandalismo | fusible | 15 | | 71442692 |
| 8 | 30014 | 15 | S Rendon | Los Reyes | vientos fuerte | 2 fusibles | 14 | | 71438366 |
| 11 | 30014 | 15 | Vaca calderon | Los Reyes | objetos extra | 2 fusibles y re | 14 | | 71438886 |
| 16 | 30014 | 15 | S Rendon | Los Reyes | vandalismo | 1 fusible | 12 | | 71439832 |
| 24 | 30017 | 45 | 8 de mayo | Los Reyes | objetos extra | 2 fusibles de | 15 | | 81445816 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

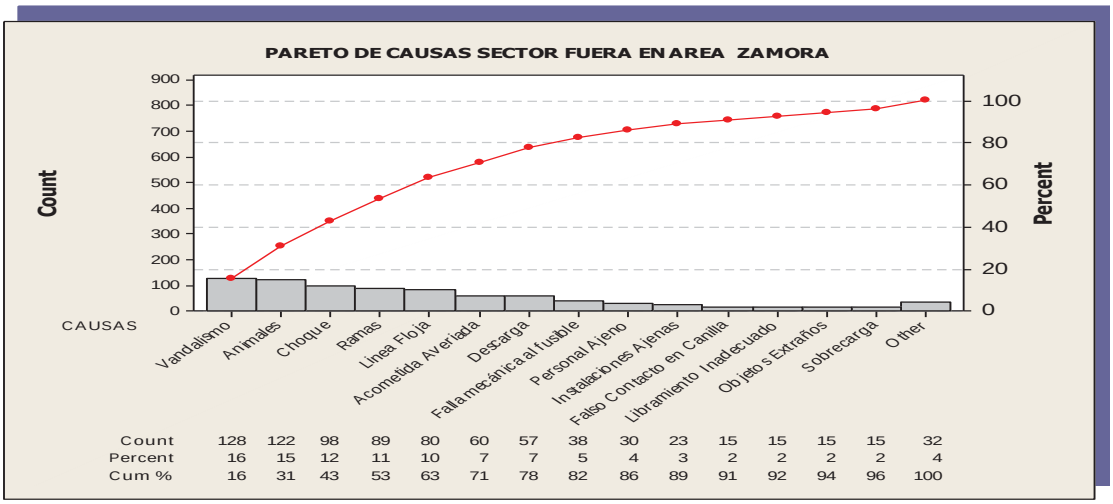
## *FIGURA Nº 71.*
## *PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA LOS REYES 2005.*




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 72 podemos apreciar que las causas con mayor aportación de Sector fuera en el área Zamora 2005 son: Vandalismo, Animales, Choque, Ramas, Línea floja, Acometida averiada, Descarga atmosférica etc.

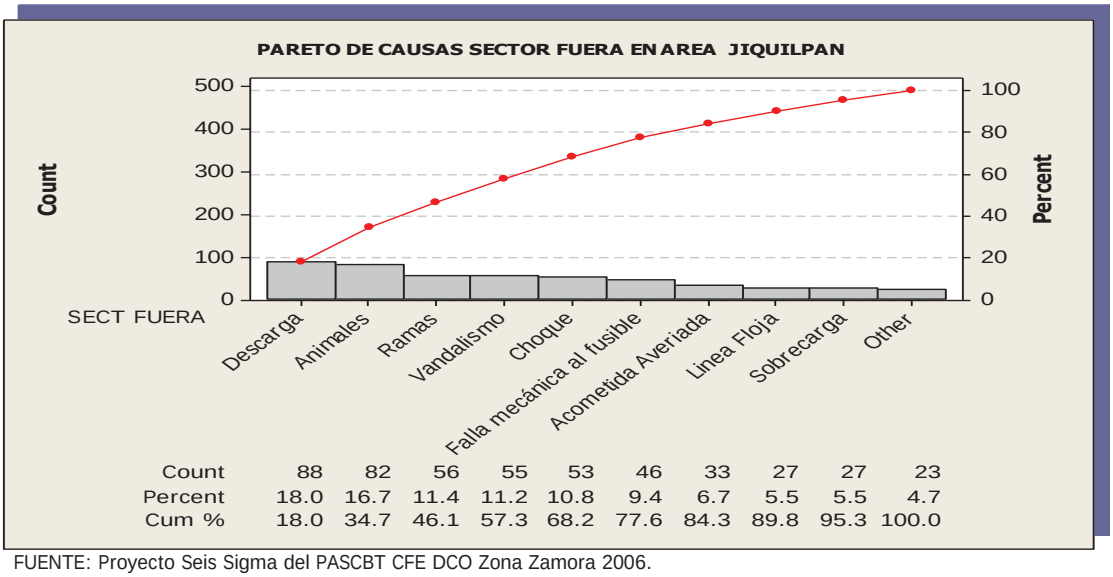
***FIGURA Nº 72.***
***PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA LOS ZAMORA 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

En la Figura 73 podemos apreciar que las causas con mayor aportación de Sector fuera en el área Jiquilpan 2005 son: Descarga atmosférica, Animales, Ramas, Vandalismo, Choque, falla mecánica del fusible y acometida averiada entre otras.

***FIGURA Nº 73.***
***PARETO DE LAS CAUSAS DE SECTOR FUERA ÁREA JIQUILPAN 2005.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Observamos que las causas registradas son muy similares y se repiten en las áreas como posibles causas potenciales del evento Sector fuera.

Si consideramos que hay que disminuir la salida de 610 Sectores como compromiso de este proyecto, según lo establecido en nuestro Project Charter Tabla 12 y si tomamos en cuenta la Figura 70 para decidir la cantidad referida a su propia problemática de acuerdo a su población, entonces trabajaríamos en:

298 sectores en área Los Reyes.
162 sectores en área Zamora.
150 sectores en área Jiquilpan.

### 3.3.5 REGRESION STEPWISE

El software MINITAB, en la opción Stepwise del submenú Regression selecciona el mejor modelo de regresión usando los métodos "Stepwise".

Usando el método “Stepwise” sigue la secuencia STAT ▸ Regression ▸ Stepwise ▸ Methods y luego se elige Stepwise Alpha-to-Enter y Alpha to-Remove.

Para el conjunto de datos (Tabla 25) “TOTAL INCUMPLIMIENTO” el Método “stepwise” usa:

Alpha-to-Enter = 0.15

Alpha to-Remove = 0.15

***TABLA Nº 25.***
***CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO ZONA ZAMORA AÑO 2005.***

| CAUSA | ANIMALES | VANDALISMO | ACOMETIDA DAÑADA | ARBOLES | FALLA MEC. FUSIB | GOLPE POSTE O LINEA | LINEA FLOJA | SOBRECARGA | OB EXTRAÑOS | DESC/TORMENTA | APART DAÑADO | F CONTACTO | TOTAL INCUMPLIMIENTO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENERO | 29 | 20 | 9 | 13 | 3 | 14 | 14 | 2 | 13 | 2 | 5 | 1 | 125 |
| FEBRERO | 37 | 18 | 5 | 6 | 13 | 6 | 7 | 2 | 11 | 1 | 1 | 0 | 107 |
| MARZO | 42 | 15 | 13 | 14 | 10 | 13 | 19 | 1 | 12 | 13 | 1 | 3 | 156 |
| ABRIL | 45 | 23 | 4 | 15 | 12 | 15 | 6 | 4 | 16 | 4 | 1 | 2 | 147 |
| MAYO | 37 | 24 | 11 | 22 | 9 | 17 | 20 | 3 | 7 | 4 | 1 | 3 | 158 |
| JUNIO | 20 | 19 | 14 | 28 | 9 | 20 | 21 | 10 | 21 | 32 | 1 | 4 | 199 |
| JULIO | 17 | 11 | 21 | 22 | 10 | 13 | 24 | 8 | 7 | 52 | 1 | 1 | 187 |
| AGOSTO | 22 | 12 | 14 | 28 | 7 | 13 | 10 | 4 | 11 | 48 | 2 | 0 | 171 |
| SEPTIEMBRE | 32 | 17 | 2 | 10 | 6 | 14 | 8 | 5 | 10 | 31 | 2 | 0 | 137 |
| OCTUBRE | 30 | 18 | 4 | 6 | 6 | 16 | 0 | 2 | 12 | 9 | 3 | 0 | 106 |
| NOVIEMBRE | 20 | 26 | 2 | 9 | 7 | 9 | 1 | 2 | 7 | 0 | 0 | 1 | 84 |
| DICIEMBRE | 21 | 23 | 6 | 6 | 2 | 21 | 3 | 4 | 11 | 1 | 2 | 0 | 100 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Alpha-to-Enter: 0.15  Alpha-to-Remove: 0.15
Response is TOTAL INCUMPLIMIENTO on 12 predictors, with N = 12

| Step | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Constant | 80.62 | 80.12 | 83.42 | 65.14 | 44.29 | 38.34 |
| ARBOLES | 3.96 | 2.71 | 1.99 | 1.44 | 1.58 | 1.62 |
| T-Value | 6.48 | 3.77 | 2.57 | 2.31 | 3.66 | 5.04 |
| P-Value | 0.000 | 0.004 | 0.033 | 0.054 | 0.011 | 0.004 |
| LINEA FLOJA | | 1.73 | 1.73 | 1.90 | 1.65 | 1.41 |
| T-Value | | 2.43 | 2.69 | 3.84 | 4.71 | 5.06 |
| P-Value | | 0.038 | 0.028 | 0.006 | 0.003 | 0.004 |
| DESC/TORMENTA | | | 0.46 | 0.58 | 0.76 | 0.63 |
| T-Value | | | 1.74 | 2.79 | 4.93 | 4.95 |
| P-Value | | | 0.120 | 0.027 | 0.003 | 0.004 |
| OB EXTRAÑOS | | | | 1.96 | 1.72 | 1.00 |
| T-Value | | | | 2.60 | 3.28 | 2.04 |
| P-Value | | | | 0.035 | 0.017 | 0.097 |
| ANIMALES | | | | | 0.73 | 1.02 |
| T-Value | | | | | 2.99 | 4.68 |
| P-Value | | | | | 0.024 | 0.005 |
| SOBRECARGA | | | | | | 2.5 |
| T-Value | | | | | | 2.41 |
| P-Value | | | | | | 0.061 |
| S | 16.7 | 13.7 | 12.4 | 9.43 | 6.46 | 4.81 |
| R-Sq | 80.75 | 88.38 | 91.57 | 95.71 | 98.27 | 99.20 |
| R-Sq(adj) | 78.83 | 85.79 | 88.40 | 93.26 | 96.84 | 98.24 |

| Step | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|
| Constant | 30.65 | 25.61 | 24.77 |
| ARBOLES | 1.54 | 1.36 | 1.31 |
| T-Value | 6.48 | 9.11 | 9.40 |
| P-Value | 0.003 | 0.003 | 0.001 |
| LINEA FLOJA | 1.42 | 1.45 | 1.49 |
| T-Value | 6.92 | 12.27 | 13.34 |
| P-Value | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| DESC/TORMENTA | 0.701 | 0.759 | 0.791 |
| T-Value | 7.12 | 12.67 | 15.95 |
| P-Value | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| OB EXTRAÑOS | 0.85 | 0.96 | 1.07 |
| T-Value | 2.32 | 4.50 | 5.74 |
| P-Value | 0.081 | 0.020 | 0.005 |
| ANIMALES | 1.056 | 0.718 | 0.610 |
| T-Value | 6.57 | 4.93 | 6.51 |
| P-Value | 0.003 | 0.016 | 0.003 |
| SOBRECARGA | 2.00 | 0.63 | |
| T-Value | 2.47 | 0.97 | |
| P-Value | 0.069 | 0.402 | |
| GOLPE POSTE O LINEA | 0.72 | 1.46 | 1.66 |
| T-Value | 2.30 | 4.80 | 7.55 |
| P-Value | 0.083 | 0.017 | 0.002 |
| FALLA MEC. FUSIB | | 1.27 | 1.55 |
| T-Value | | 3.01 | 5.18 |
| P-Value | | 0.057 | 0.007 |
| S | 3.53 | 2.03 | 2.02 |
| R-Sq | 99.66 | 99.91 | 99.89 |
| R-Sq(adj) | 99.05 | 99.69 | 99.69 |

Esta prueba anterior agrega y quita las variables a la regresión con el propósito de identificar el subconjunto útil de predictores que influyen en el resultado total de causas de los incumplimientos en la Zona Zamora reflejando en la prueba las causas más representativas de menor a mayor y descartando las que no tienen mayor influencia. El modelo queda finalmente como:

TOTAL INCUMPLIMIENTO = 24.77 + 1.31 ARBOLES + 1.49 LINEA FLOJA +0.791 DESC/TORMENTA + 1.07 OBJETOS EXTRAÑOS + 0.610 ANIMALES + 1.66 GOLPE POSTE O LINEA + 1.55 FALLA MECANICA FUSIBLES.

Desarrollando el mismo análisis para las tres diferentes áreas que componen la Zona Zamora por prioridad tenemos:

***TABLA Nº 26.***
***CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA LOS REYES AÑO 2005.***

| | ANIMALES | VANDALISMO | ACOM. DAÑADA | ARBOLES | FALLA MEC.FUSIB | GOLPE POSTE O LINEA | LINEA FLOJA | SOBRECARGA | OB EXTRAÑOS | DESC/TORMENTA | APARTI/DAÑADO | F. CONTACTO | TOTAL INCUMPLIMIENTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENERO | 2 | 5 | 1 | 4 | 1 | 3 | 6 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| FEBRERO | 10 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| MARZO | 4 | 3 | 1 | 2 | 0 | 2 | 5 | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| ABRIL | 9 | 5 | 0 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 11 | 1 | 0 | 0 | 40 |
| MAYO | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| JUNIO | 6 | 5 | 2 | 8 | 0 | 1 | 5 | 0 | 15 | 15 | 0 | 0 | 57 |
| JULIO | 8 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 1 | 7 | 26 | 0 | 0 | 53 |
| AGOSTO | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 19 | 0 | 0 | 41 |
| SEPTIEMBRE | 10 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 9 | 9 | 0 | 0 | 40 |
| OCTUBRE | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 11 | 8 | 0 | 0 | 33 |
| NOVIEMBRE | 8 | 4 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| DICIEMBRE | 10 | 8 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 38 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

**Stepwise Regression: TOTAL INCUMPLIMI versus ANIMALES, VANDALISMO, ...**

```
  Alpha-to-Enter: 0.15  Alpha-to-Remove: 0.15


Response is TOTAL INCUMPLIMIENTO on 10 predictors, with N = 12


Step                    1        2        3        4        5        6
Constant          29.6078  11.8085  -0.8509  -3.7994  -2.2072  -4.0025

DESC/TORMENTA       0.971    0.890    0.902    0.855    0.949    0.981
T-Value              3.90     5.49     7.35    11.01    12.20    14.26
P-Value             0.003    0.000    0.000    0.000    0.000    0.000

OB EXTRAÑOS                   1.98     2.42     2.35     1.97     1.95
T-Value                       3.86     5.79     8.95     7.01     8.12
P-Value                      0.004    0.000    0.000    0.000    0.000

ANIMALES                                1.22     1.32     1.08     1.12
T-Value                                 2.78     4.81     4.31     5.20
P-Value                                0.024    0.002    0.005    0.003

LINEA FLOJA                                      1.08     0.95     1.08
T-Value                                          3.68     3.84     4.83
P-Value                                         0.008    0.009    0.005

VANDALISMO                                                0.93     1.00
T-Value                                                   2.10     2.63
P-Value                                                  0.080    0.046

FALLA MEC.FUSIB                                                    1.04
T-Value                                                            1.80
P-Value                                                           0.132

S                    7.47     4.83     3.65     2.28     1.87     1.60
R-Sq                60.33    85.08    92.42    97.42    98.51    99.10
R-Sq(adj)           56.36    81.77    89.58    95.94    97.27    98.01
```

## *TABLA Nº 27.*
## *CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA ZAMORA AÑO 2005.*

| | ANIMALES | VANDALISMO | ACCIM.DAÑADA | ARBOLES | FALLA MEC.FUSIB | GOLPE POSTE O LINEA | LINEA FLOJA | SOBRECARGA | OB.EXTRAÑOS | DESC/TORMENTA | APART/DAÑADO | F.CONTACTO | TOTAL INCUMPLIMIENTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENERO | 19 | 12 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 45 |
| FEBRERO | 20 | 15 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 47 |
| MARZO | 27 | 10 | 8 | 7 | 5 | 10 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 81 |
| ABRIL | 25 | 13 | 3 | 8 | 4 | 9 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 69 |
| MAYO | 20 | 15 | 9 | 17 | 2 | 8 | 16 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 94 |
| JUNIO | 11 | 10 | 11 | 14 | 5 | 12 | 12 | 7 | 5 | 7 | 0 | 4 | 98 |
| JULIO | 8 | 4 | 17 | 17 | 7 | 13 | 16 | 3 | 0 | 15 | 0 | 1 | 101 |
| AGOSTO | 13 | 7 | 12 | 20 | 4 | 12 | 9 | 2 | 2 | 18 | 0 | 0 | 99 |
| SEPTIEMBRE | 16 | 6 | 0 | 4 | 4 | 11 | 6 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 58 |
| OCTUBRE | 12 | 15 | 0 | 2 | 2 | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| NOVIEMBRE | 8 | 12 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 26 |
| DICIEMBRE | 7 | 9 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

**Stepwise Regression: TOTAL INCUMPLIMI versus ANIMALES, VANDALISMO, ...**

```
  Alpha-to-Enter: 0.15  Alpha-to-Remove: 0.15


Response is TOTAL INCUMPLIMIENTO on 10 predictors, with N = 12


Step                  1      2      3      4      5      6
Constant          38.15  22.40  16.93  13.24  14.51  13.18

ARBOLES            3.60   3.62   3.12   2.68   2.27   2.10
T-Value            8.28  10.31   9.82  12.44  12.59  11.86
P-Value           0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000

ANIMALES                  1.01   1.32   1.19   1.05   1.18
T-Value                   2.52   4.11   6.28   8.29   9.38
P-Value                  0.033  0.003  0.000  0.000  0.000

SOBRECARGA                        3.43   3.03   2.50   2.63
T-Value                           2.80   4.20   5.22   6.47
P-Value                          0.023  0.004  0.002  0.001

FALLA MEC.FUSIB                          2.98   2.73   2.40
T-Value                                  4.05   5.87   5.61
P-Value                                 0.005  0.001  0.002

LINEA FLOJA                                      0.82   0.83
T-Value                                          3.44   4.16
P-Value                                         0.014  0.009

DESC/TORMENTA                                           0.32
T-Value                                                 1.89
P-Value                                                0.118

S                  11.1   8.92   6.72   3.93   2.46   2.06
R-Sq              87.27  92.54  96.24  98.88  99.62  99.78
R-Sq(adj)         86.00  90.88  94.83  98.23  99.31  99.51
Mallows C-p      1654.6  968.8  487.6  144.9   49.5   30.9
```

## *TABLA Nº 28.*
## *CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO AREA JIQUILPAN AÑO 2005.*

| | ANIMALES | VANDALISMO | ACOM.DAÑADA | ARBOLES | FALLA MEC.FUSIB | GOLPE POSTE O LINEA | LINEA FLOJA | SOBRECARGA | OB.EXTRAÑOS | DESC/TORMEN | APARTADAÑADO | F. CONTACTO | TOTAL INCUMPLIMIENTOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ENERO | 8 | 3 | 8 | 9 | 2 | 5 | 3 | 0 | 3 | 2 | 5 | 5 | 53 |
| FEBRERO | 7 | | 5 | 5 | 9 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 36 |
| MARZO | 11 | 2 | 4 | 5 | 5 | 1 | 3 | 0 | 1 | 13 | 1 | 1 | 47 |
| ABRIL | 11 | 5 | 1 | 4 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 39 |
| MAYO | 9 | 7 | 2 | 5 | 6 | 7 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 47 |
| JUNIO | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 7 | 4 | 3 | 1 | 10 | 1 | 1 | 43 |
| JULIO | 1 | 5 | 4 | 3 | 3 | 0 | 1 | 4 | 0 | 11 | 1 | 1 | 34 |
| AGOSTO | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 11 | 2 | 2 | 33 |
| SEPTIEMBRE | 6 | 9 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 1 | 11 | 2 | 2 | 41 |
| OCTUBRE | 14 | 1 | 2 | 3 | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 | 3 | 36 |
| NOVIEMBRE | 4 | 10 | 2 | 6 | 4 | 7 | 1 | 2 | 0 | | 0 | 0 | 36 |
| DICIEMBRE | 4 | 6 | 3 | 5 | 2 | 14 | 1 | 4 | 0 | 1 | 2 | 2 | 44 |

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

**Stepwise Regression: TOTAL INCUMPLIMI versus ANIMALES, VANDALISMO,**

```
  Alpha-to-Enter: 0.15  Alpha-to-Remove: 0.15


Response is TOTAL INCUMPLIMIENTO on 12 predictors, with N = 11
N(cases with missing observations) = 1 N(all cases) = 12


Step             1      2      3      4
Constant     28.38  23.36  24.21  19.67

ARBOLES       2.82   3.11   2.45   2.27
T-Value       3.50   4.33   3.42   4.31
P-Value      0.007  0.002  0.011  0.005

VANDALISMO           0.90   0.84   1.09
T-Value              1.96   2.10   3.58
P-Value             0.086  0.073  0.012

LINEA FLOJA                 1.64   1.96
T-Value                     1.88   3.05
P-Value                    0.102  0.022

ANIMALES                           0.55
T-Value                            2.70
P-Value                           0.036

S             4.32   3.76   3.28   2.38
R-Sq         57.60  71.35  80.98  91.42
R-Sq(adj)    52.89  64.18  72.83  85.70
```

## 3.4 ETAPA DE MEJORA

Del análisis realizado se determinaron las estrategias de alternativas de solución para las causas raíz de cada una de las áreas de oportunidad detectadas dentro del proceso de Aseguramiento del Suministro Comprometido en Baja Tensión, las cuales se deben de implantar en los centros de trabajo de la Zona Zamora, para poder estabilizar el proceso y pasar a la etapa de control; las estrategias de solución planteadas son las siguientes:

### 3.4.1 ESTRATEGIA No 1

***FIGURA Nº 74.***
***ESTRATEGIA 1.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con esta estrategia se contribuye a eliminar las causas que generan Sectores fuera en los centros de trabajo de la zona Zamora, atendiendo de manera puntual la cantidad establecida en los siguientes planes de trabajo diseñados para este proyecto.

### *TABLA Nº 29.*
### *PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA LOS REYES.*

CFE

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Seis Sigma

DIVISION CENTRO OCCIDENTE

PROGRAMA DE TRABAJO

**PROYECTO: EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASCBT**

| | | Oct.06 | | | | Nov.06 | | | | Dic.06 | | | | Ene.07 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ACTIVIDAD** | **CANT. SECTORES** | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a |
| OBJ. EXTRAÑOS | 110 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| ANIMALES | 83 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| DESCARGAS ATMOSFERICAS | 50 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| LINEAS FLOJAS | 25 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RAMAS | 30 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

***CHAMPION:***
ING. SALVADOR INIGUEZ SANCHEZ

**BLACK BELTS:**

ROBERTO TORRES TINOCO
FCO. JAVIER CEJA CASTAÑEDA

*AREA LOS REYES*

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### *TABLA Nº 30.*
### *PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA ZAMORA.*

CFE

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Seis Sigma

DIVISION CENTRO OCCIDENTE

PROGRAMA DE TRABAJO

**PROYECTO: EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASCBT**

| | | Oct.06 | | | | Nov.06 | | | | Dic.06 | | | | Ene.07 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ACTIVIDAD** | **CANT. SECTORES** | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a |
| ANIMALES | 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| RAMAS | 50 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| LINEAS FLOJAS | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ACOMETIDA AVERIADA | 17 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DESCARGAS | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

***CHAMPION:***
ING. SALVADOR INIGUEZ SANCHEZ

*AREA ZAMORA*

**BLACK BELTS:**

ROBERTO TORRES TINOCO
FCO. JAVIER CEJA CASTAÑEDA

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

**TABLA Nº 31.**
**PLAN DE TRABAJO PARA EL AREA JIQUILPAN.**

CFE

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Seis Sigma

DIVISION CENTRO OCCIDENTE

PROGRAMA DE TRABAJO
**PROYECTO: EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASCBT**

| | | Oct.06 | | | | Nov.06 | | | | Dic.06 | | | | Ene.07 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDAD | CANT. SECTORES | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a | 1a | 2a | 3a | 4a |
| DESCARGAS ATMOSFERICAS | 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ANIMALES | 40 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RAMAS | 25 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ACOMETIDA AVERIADA | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| FALLA MECANICA DE FUSIBLE | 10 | 2 | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |

*CHAMPION:*
ING. SALVADOR INIGUEZ SANCHEZ

**BLACK BELTS:**

ROBERTO TORRES TINOCO
FCO. JAVIER CEJA CASTAÑEDA

AREA JIQUILPAN

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

### 3.4.2 ESTRATEGIA No 2

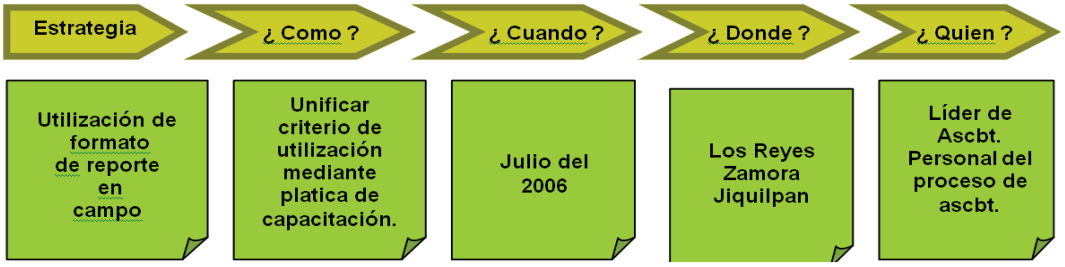
**FIGURA Nº 75.**
**ESTRATEGIA 2.**

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con la siguiente estrategia estaremos contribuyendo a la eliminación de causas que afectan la red de baja tensión del Área Los Reyes ya que referenciado los eventos a sus propios clientes es el Área que mayor cantidad de incumplimientos aporta a la Zona Zamora durante el año 2005 (Figura 70).

### 3.4.3 ESTRATEGIA No 3

***FIGURA Nº 76.***
***ESTRATEGIA 3.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

***FIGURA Nº 77.***
***REPORTE DE CAMPO PARA ATENCIÓN DE SECTORES FUERA.***

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
DIVISIÓN CENTRO OCCIDENTE
REPORTE DE CAMPO PARA ATENCIÓN DE SECTORES

ZONA _____ FECHA _____
AREA _____ HORA DE INICIO _____
AGENCIA _____ HORA DE TERMINO _____
DOMICILIO _____
KVA DEL TRANSFORMADOR _____ ECONOMICO _____ Nº DE BANCO _____
TIPO DE TRANSFORMADOR 1.- TRIFASICO 2.-MONOFASICO
SI ES MONOFASICO 1.- AUTOPROTEGIDO 2.- TENSION COMPLETA
TIPO DE RED 1.- AEREA 2.- SUBTERRANEA 3.- HIBRIDA
OBSERVACIONES _____

CAUSAS

**A.- CORTOCIRCUITO EN LOS PUENTES DEL TRANSFORMADOR**
1 AVES
2 CHOQUE
3 OBJETOS EXTRAÑOS

**C.- SOBRECARGA**
1 CRECIMIENTO DE LA RED DE BT
2 ILICITOS

**D.- FALSO CONTACTO**
1 EN LOS CONECTORES ESTRIBOS
2 EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS CCF
3 EN LA PARTE INFERIOR DE LOS CCF
4 EN LAS BOQUILLAS DE MT
5 EN LAS BOQUILLAS DE BT
6 EN EL BUS DE BAJA TENSIÓN

**E.- DESCARGAS ATMOSFERICAS**
1 DESCARGAS ATMOSFERICAS

**G.- LINEA FLOJA**
1 FALTA RETENIDA
2 POSTE DESPLOMADO
3 DAÑO EN BASTIDORES
4 DAÑO EN ABRAZADERAS O FLEJE
5 DAÑO MECANICO DEL CONDUCTOR

**B.- CORTOCIRCUITO EN LA RED DE BAJA TENSION**
1 CLARO INADECUADO
2 FALTA SEPARADOR
3 OBJETOS EXTRAÑOS
4 CHOQUE
5 FALTA RETENIDA
6 ACOMETIDA AVERIADA
7 LIBRAMIENTO INADECUADO HORIZONTA
8 LIBRAMIENTO INADECUADO VERTICAL
9 FALTA PODA

**F.- MATERIALES**
1 FALLA MECANICA DE FUSIBLE
2 FALLA EN LOS CONECTORES
3 FALLA EN EL CONDUCTOR
4 FALLA EN LOS REMATES

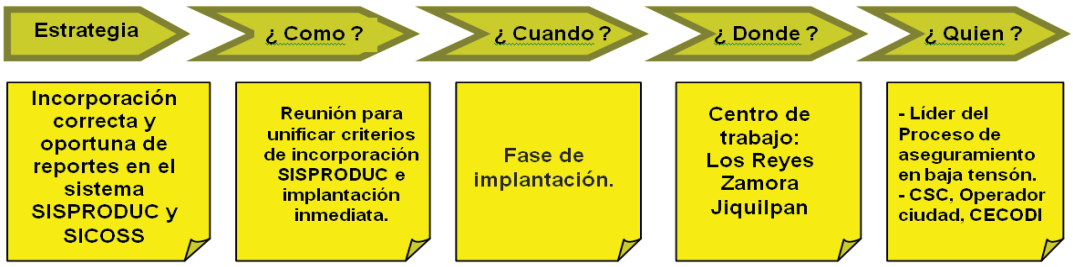
**H.- SISTEMA DE TIERRA**
1 FALTA CONECTOR
2 FALTA VARILLA
3 FALTA CONDUCTOR
4 FALTA SISTEMA DE TIERRA
5 FALTA CONEXIÓN

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con dicha estrategia estaremos generando uniformidad en el criterio de reporte de campo, con el fin de contar con una misma base de datos para corregir causas raíces de problemas en baja tensión.

### 3.4.4 ESTRATEGIA No 4

***FIGURA Nº 78.***
***ESTRATEGIA 4.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con la anterior estrategia se contribuye a elaborar una base datos con información indispensable para el análisis de las causas para su atención.

### 3.4.5 ESTRATEGIA No 5

***FIGURA Nº 79.***
***ESTRATEGIA 5.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Esta estrategia nos permite llevar un control por número de salidas individuales repetitivas tal como se registran los Sectores fuera en el Área Zamora tipificándolos por causa y lugar en el sistema SICOSS.

### 3.4.6 ESTRATEGIA No 6

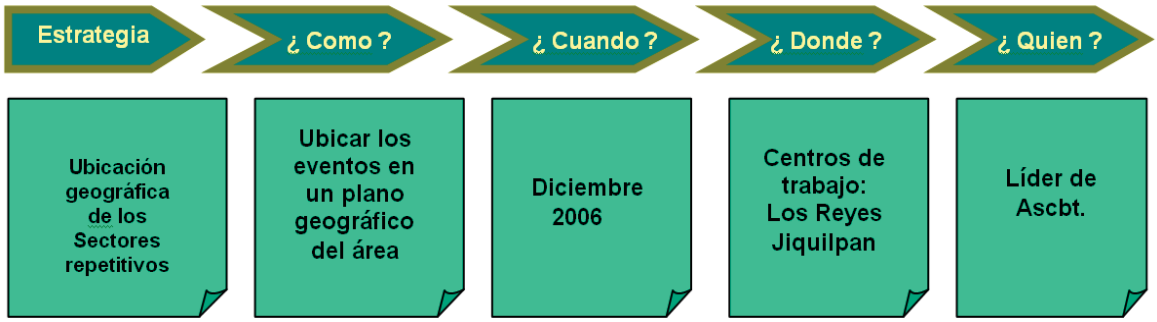
***FIGURA Nº 80.***
***ESTRATEGIA 6.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con la anterior estrategia estaremos en condiciones de llevar un control por número de salidas de sectores e interrupciones en servicios individuales repetitivos por causa y lugar en el sistema SICOSS con la posibilidad de estandarizarlo a nivel Nacional, ya que es fundamental para ubicar la problemática, como se muestra en la estrategia siguiente.

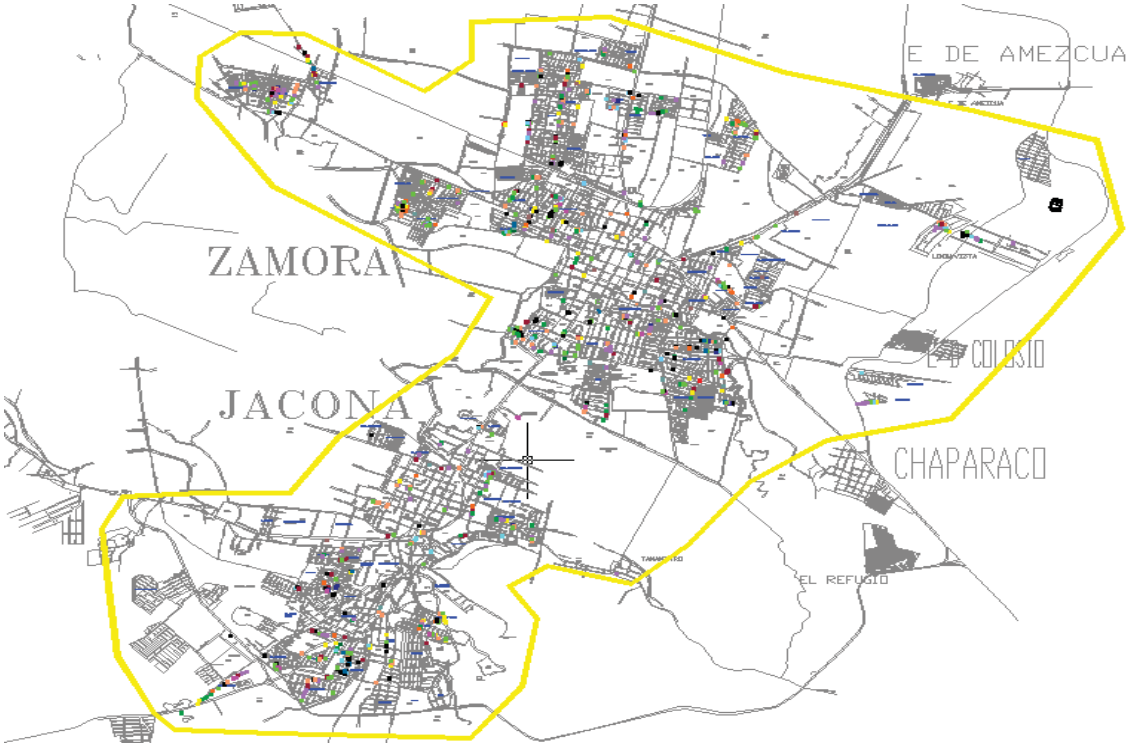
### 3.4.7 ESTRATEGIA No 7

***FIGURA Nº 81.***
***ESTRATEGIA 7.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

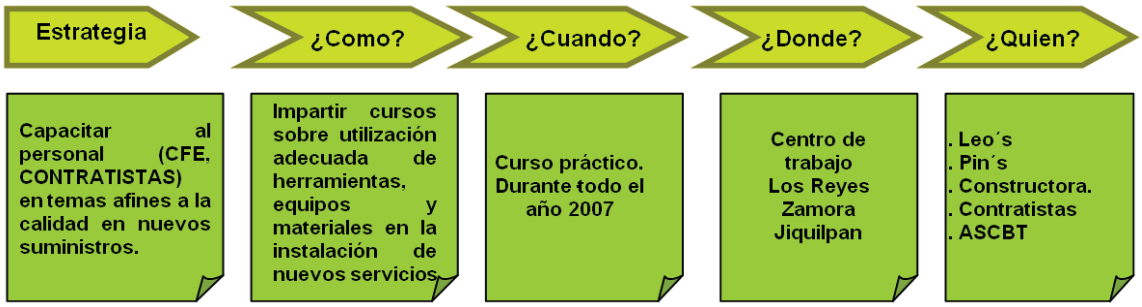
***FIGURA Nº 82.***
***PLANO GEOGRÁFICO ÁREA ZAMORA***




La anterior estrategia nos permite ubicar la problemática por cantidad, tipo y lugar de los eventos como se muestra en el mapa anterior a nivel de población.

### 3.4.8 ESTRATEGIA No 8

***FIGURA Nº 83.***
***ESTRATEGIA 8.***

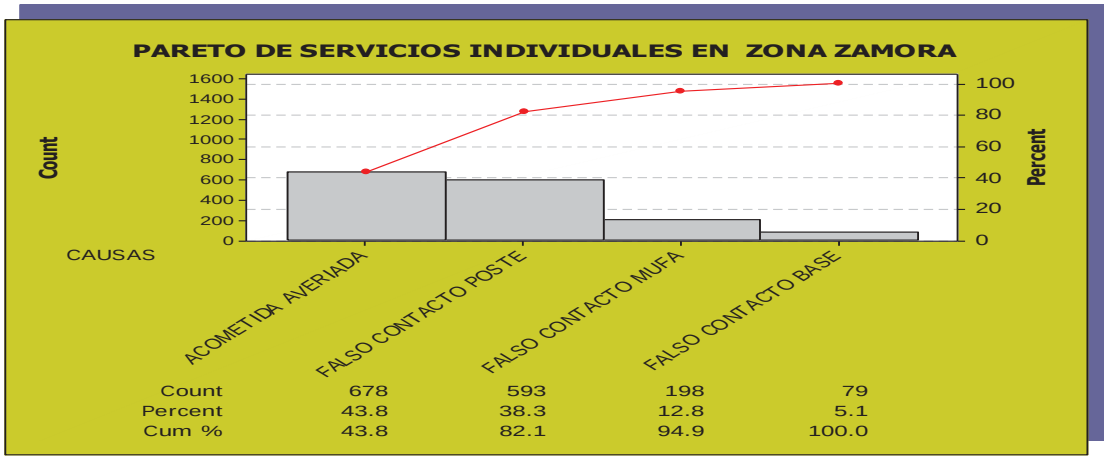



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con dicha estrategia se contribuye a la eliminación de factores que propician acometidas averiadas y falsos contactos en las redes de baja tensión y que

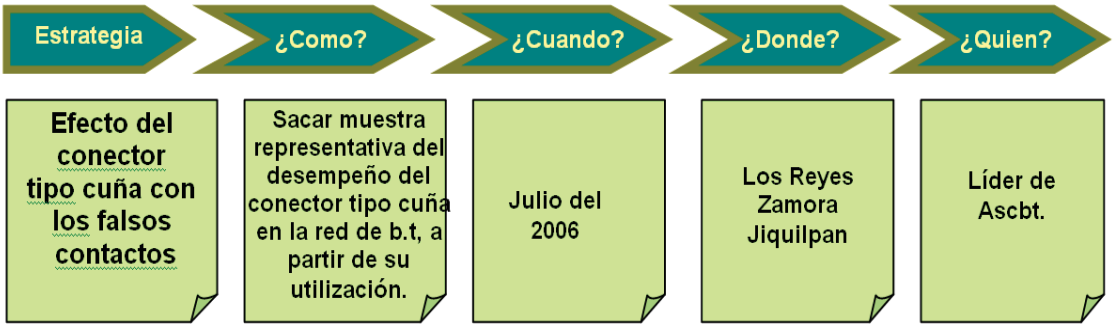
algunos se transforman en Sectores fuera, esto en obras construidas por contratistas y personal de Comisión Federal de Electricidad, ya que si observamos la siguiente gráfica, constataremos que también la cantidad que se presenta de interrupciones a servicios individuales ocasionados por falso contacto es importante.

***FIGURA Nº 84.***
***PARETO DE SERVICIOS INDIVIDUALES EN ZONA ZAMORA.***




## 3.4.9 ESTRATEGIA No 9

***FIGURA Nº 85.***
***ESTRATEGIA 9.***

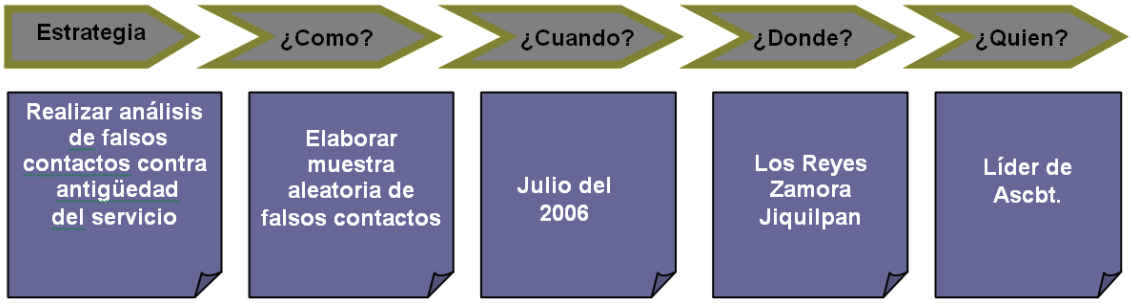



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con esta estrategia estaremos en condiciones de evaluar el comportamiento del conector tipo cuña y cómo ha influido para la presencia de falsos contactos en acometidas de baja tensión.

### 3.4.10 ESTRATEGIA No 10

***FIGURA Nº 86.***
***ESTRATEGIA 10.***

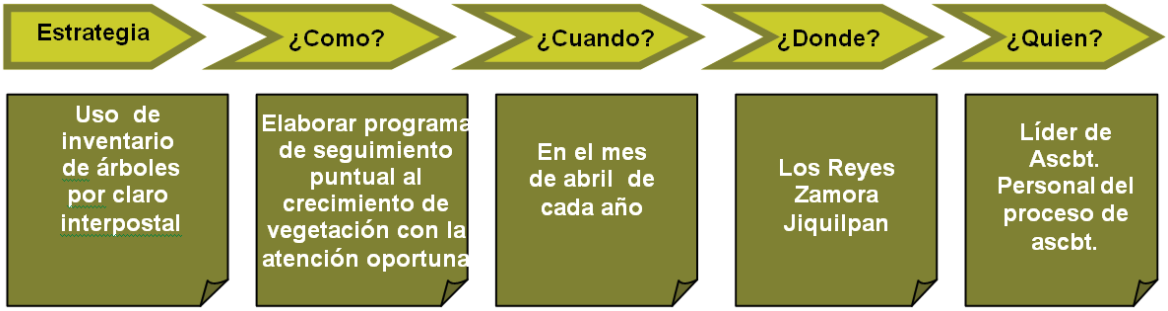



FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Estrategia que nos permite evaluar el comportamiento de los falsos contactos con respecto a la antigüedad de las redes de baja tensión.

### 3.4.11 ESTRATEGIA No 11

***FIGURA Nº 87.***
***ESTRATEGIA 11.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con la anterior estrategia estaremos controlando el crecimiento de vegetación en áreas identificadas como criticas sin causar problemas al ambiente de manera innecesaria con oportunidad.

### 3.4.12 ESTRATEGIA No 12

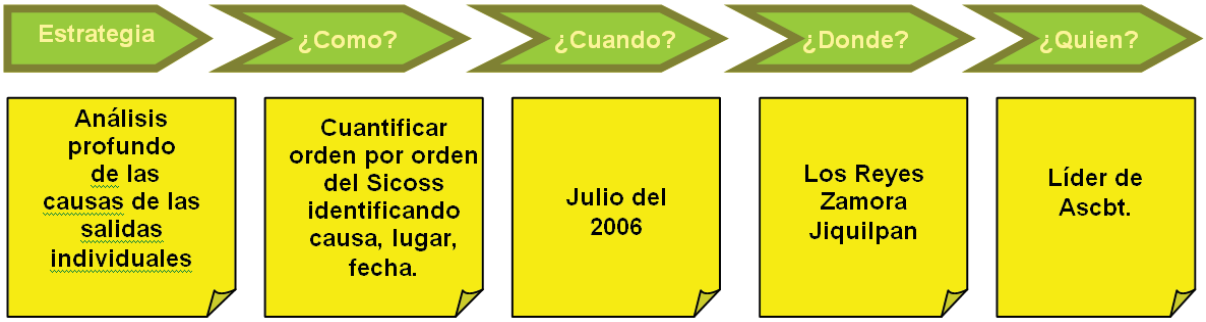
***FIGURA Nº 88.***
***ESTRATEGIA 12.***

FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con esta estrategia estaremos eliminado las causas principales de eventos que nos generan repetibilidad de eventos en baja tensión y por lo tanto inconformidad de nuestros clientes a sí como reprocesos.

### 3.4.13 ESTRATEGIA No 13

***FIGURA Nº 89.***
***ESTRATEGIA 13.***




FUENTE: Proyecto Seis Sigma del PASCBT CFE DCO Zona Zamora 2006.

Con esta acción estaremos contribuyendo a la eliminación de causas que afectan la red de baja tensión.

## RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se obtuvieron:

1. Atendiendo de manera puntual la cantidad establecida de atención de sectores fuera en los planes de trabajo diseñados para este proyecto Figura 29, 30 y 31.

2. Se enviaron recursos del Área Zamora a el Área los Reyes ya que esta, es la que mayor cantidad de incumplimientos que aporta a la Zona Zamora.

3. A partir de que se concluyo este proyecto se utiliza el formato de "Reporte de Campo para Atención de Sectores" (Figura 77) con el cual estaremos generando uniformidad en el criterio de reporte de campo para contar con una misma base de datos y corregir causas raíces de problemas en baja tensión.

4. Se realizo reunión con los operadores del CSC y CECODI para unificar criterios de captura haciendo una incorporación correcta y oportuna en los sistemas SICOSS y SISPRODUC, contribuyendo con esto a elaborar una base datos con información indispensable para el análisis de las causas y su atención.

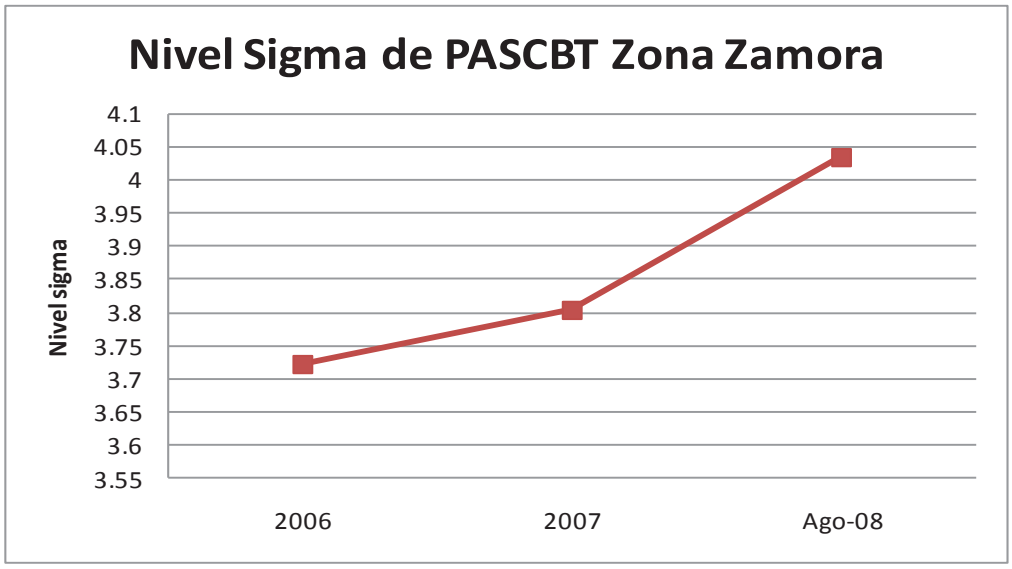
5. Se ubica de manera geográfica los sectores repetitivos, esto nos permite ubicar la problemática por cantidad, tipo y lugar de los eventos como se muestra en la Figura 82.

6. Se dio capacitación al personal de CFE y Constructores externos en temas afines a la calidad en nuevos suministros contribuyendo a la eliminación de factores que propician acometidas averiadas y falsos contactos en las redes de baja tensión y que algunos se transforman en sectores fuera, esto en obras construidas por constructores y personal de CFE.

7. Se utiliza el inventario de arboles por claro interpostal con el objeto de controlar el crecimiento de vegetación en áreas identificadas como criticas sin causar problemas al ambiente de manera innecesaria con oportunidad.

En la Figura 90 se presenta los resultados que ha tenido el PASCBT de Zona Zamora durante los ejercicios 2006, 2007 y al mes de Agosto de 2008 en la cual se aprecia que los resultados son buenos.

***FIGURA Nº 90.***
***NIVEL SIGMA DEL PASCBT ZONA ZAMORA 2006, 2007 Y AL MES DE AGOSTO DE 2008.***




FUENTE: SICOSS 2008.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos de la presente investigación se concluye que:

- Se cumplió el objetivo general dado que:

    1. Se determino el número de incumplimientos (defectos) del PASCBT Zona Zamora.

- Referente a los objetivos específicos y preguntas de la investigación se concluye que en el PASCBT Zona Zamora de Comisión Federal de Electricidad:

    1. Se identifico el número de salidas de los transformadores de distribución.
    2. Se identifico el número de salidas en los servicios individuales.
    3. Se identifico el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución.
    4. Se identifico el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales.
    5. Se Identifico el número de eventos con atención fuera de tiempo.

- Respecto a la comprobación de hipótesis se concluye que al reducir el número de salidas y variaciones de voltaje en los transformadores de distribución y servicios individuales, así como la atención en tiempo de los eventos se disminuye los incumplimientos o defectos del PASCBT Zona Zamora de Comisión Federal de Electricidad.

Una vez recabada la información del sistema SICOSS se aceptan las hipótesis:

1. H1: Al reducir el número de salidas de los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos.
2. H2: Al reducir el número de salidas en los servicios individuales se reducirá el número de defectos.

3. H3: Al reducir el número de variaciones de voltaje en los transformadores de distribución se reducirá el número de defectos.
4. H4: Al reducir el número de variaciones de voltaje en los servicios individuales se reducirá el número de defectos.
5. H5: Al reducir el número de eventos con atención fuera de tiempo se reducirá el número de defectos.

El presente estudio bajo la metodología Seis Sigma nos permitirá la replica en el resto de las Zonas de la División Centro Occidente de la Comisión Federal de Electricidad para que los beneficios sean a nivel divisional.

De los eventos que impactan mas en los defectos o incumplimientos son las salidas de los transformadores de distribución por lo que como prioridad número uno se debe aplicar los recursos para reducir el número de estas.

Seis Sigma permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos a la vez que mejora la satisfacción de sus clientes, todo ello en un periodo de tiempo corto.

Los cambios radicales realmente se obtienen traduciendo las necesidades de los clientes al lenguaje de las operaciones y definiendo los procesos y las tareas criticas que hay que realizar en forma excelente.

## BIBLIOGRAFIA

Akao, Yoji (1990). Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design (J;<:d.). Pro duct ivit y Press, Portland, OR.

Akao, Yoji (Ed.) (1991). Hoshin Kanri: Policy Deployment for Successful TQM. Productivity Press, Portland, OR.

Armand V. Feigenbaum – Control Total de la  Calidad – CECSA 2000

Bárbara Enric – Seis Sigma , Una iniciativa de Calidad Total – Gestión 2001

Bárbara Wheat, Check Mills y Mike Carnell – Seis Sigma – Una parábola sobre el camino a la excelencia y una “empresa esbelta” 2003.

Basu, Ron, Nevan J. Wright. Quality Beyond Six Sigma. Editorial Oxford Butterworth. Hernemann, 2003.

Berenson, Levine, Krehbiel.-Estadística para Admisnitracion – segunda edición 2001, Editorial Pretince Hall.

Brue, Greg – Seis Sigma para Directivos – McGraw Hill -2002

Chen, Milton (1999). Total Quality Management: Lecture Notes. San Diego State University, SDSU IDS 744/464, Fall 1999. Montezuma Publishing, Aztec Shops, San Diego State University, San Diego, CA.

Ciencias Empresariales Edición Especial Quinto Aniversario – revista del claustro de Profesores de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo Enero-Diciembre de 2002. U.M.S.N.H...- F.C.A.

Crosby, P.B. (1980). Quality is Free, New American Library, New York.

Crosby, Philip B. – Hablemos de calidad - McGraw Hill- 1989 Crosby, P.B. (1980). Quality is Free, New American Library, New York.

Crosby, P.B. (1984). Quality without tears: The art of hassle-free management. McGrawHill, New York.

Curso Reingeniería de las Empresas de Servicio (1994) Copyright Fadi Kabboul IESA.

Chowdrury, Subir – El poder de Seis Sigma – Prentice Hall– 2001

De la Iglesia, Juan Carlos, Fernando Martín y Enrique Yacuzzi (1997). "El método de Kano en el diseño de productos y servicios", Interpharma, Año 4, Número 8, abril (pág. 32-38) (primera parte) y Año 4, número 9, agosto (pág. 24-30, segunda parte).

Dean, James W. (Jr.) y David E. Bowen (1994). "Management Theory and Total Quality: Improving Research and Practice through Theory Development", Academy of Management Review, Vol. 19, No. 3, pp. 392-418.

Definición y Análisis de un proceso de negocios, una guía breve de six sigma. Editorial panorama Jeffrey N. Lowenthal

Deming, W.E. (1950). Elementary Principles of the Statistical Control of Quality, JUSE (Japanese Union of Scientific and Engineers), Tokyo.

Deming, W.E. (1982). Quality, productivity and competitive position. M.I.T. Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA.

Deming, W.E. (1986). Out of the Crisis. M.I. T. Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA.

E. Jerome Mc Carthy William D. Perreault, Jr. Marketingn un Enfoque Global – Editorial Mc Graw Hill. Décima Tercera Edición 2000

Escalante Vázquez Edgardo. Seis Sigma Metodología y Técnicas. Noriega Editores – 2003.

Feigenbaum, Armand V. (1951). Quality Control Principles, Practice and Administration, McGraw-Hill, New York.

Feigenbaum, Armand V. (1991). V. Total Quality Control, 3a Ed., McGraw-Hill, New York.

Gabor, Andrea (1990). The man who discovered quality. Times Books. New York.

González Santoyo Federico-Flores Romero B. 1998-Benchmarking, Calidad y Reingeniería, como base para el rediseño de estrategias de mejoras empresariales-revista de la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH. Ciencias Nicolaitas no. 18

González Santoyo Federico-Flores Romero B. 1998-La Mejora Continua en el Desarrollo de la Empresa-Revista de la Facultad de Contabilidad y Administración de la UMSNH. Ciencias Empresariales no. 3

González Santoyo Federico, Ignaci Brunet Icart, Mauricio A. Chagolla Farias, Beatriz Flores Romero. Diseño de empresas de orden Mundial. Universitat Rovira I Virgili.

González Santoyo Federico. Apuntes Maestría en Administración, Dirección Empresarial- U.M.S.N.H...- CFE. 2003

Guajardo Garza Edmundo – Administración de Calidad Total, Conceptos y Enseñanzas de los grandes maestros de calidad – Pax México, 1996.

Gutiérrez Pulido Humberto, De la Vara Salazar Román – Control Estadístico DE Calidad y seis Sigma – Mc Graw Hill – 2004

Gryna, Frank M. (1988). Quality Costs, en Juran, J.M. y Frank M. Gryna (Eds.), Juran's 20 Quality Control Handbook, 4ª Ed., McGraw-Hill, New York.

Hackman, Richard 1. y Ruth Wagerman (1995). "Total Quality Management: Empírical, Conceptual and Practical lssues", Administrative Science Quarter1y, 40, pp. 309-342.

Harrington, H. James - Mejoramiento de los procesos de la empresa – Editorial Mc. Graw Hill Interamericana S.A. México. (1997).

Hamer M. Champú 2000 –Reingeniería. Editorial norma.

Harrington, H. James – Administración Total del Mejoramiento Continuo. La nueva generación. – Editorial Mc. Graw Hill Interamericana S.A. Colombia

Hernández S.R., Fernández C., C., Baptista L.P., (2003), "Metodología de la investigación", Mc. Graw Hill, México

Hirano, Hiroyuki (1987). JIT Factory Revolution: Factory Design of the Future. Productivity Press, Portland, OR.
Hodgetts, Richard M., Fred Luthans y Sango M. Lee (1994). "New Paradigm Organizations: From Total Quality to Learning to World-Class", Organizational Dynamics, Winter, Vol. 23 lssue 3, p4, 16p.

Humberto Gutiérrez Pulido – Calidad Total y Productividad –Mc Graw Hill – 2000

Ignacio Brunet Icart, Federico González Santoyo, Mauricio A Chagolla farias, Beatriz Flores Romero- Las Organizaciones y la Gestión del Cambio - U.M.S.N.H...- F.C.A. FeGoSa- Ingeniería Administrativa, Ciudad Universitaria, Morelia Michoacán, México, primera Edición 2001.

Ishikawa, Kaoru (1976). Guide to Quality Control, Asian Productivity

Organization, Tokyo.

Ishikawa, Kaoru (1985). What is Total Quality Control? The Japanese Way, Prentice-Hall International, London.

Juran, J.M Y F.M. Gryna (Eds.) (1988). The Quality Control Handbook, 4a Ed., McGrawHill, New York.

Jay Arthur – Seis Sigma Simplificado –Panorama Editorial-2003.

Krajewski, L.1., B.E. King, L. P. Ritzman y D.S. Wong (1987). "Kanban, MRP and Shaping the Production Environment", Management Science 33, No. 1, pág. 39-57, January.

Krajewski, Lee J. y Larry P. Ritzman (1996). Operations Management: Strategy and Analysis, Addison- Wesley, Reading, MA.

Lester, Richard K. (1998). The productive edge: how U.S. industries are pointing the way to a new era of economic growth. W.W. Norton & Company, New York.

Martín, Fernando y Enrique Yacuzzi (1997). "Matrices de calidad y diseño de nuevos productos", lnterpharma, Año 4, Número 10, octubre, pág. 20-34.

Martín, Fernando, Claudia Ponce, Dante Tollio y Enrique Yacuzzi (1999-2000). "Métodos y herramientas de resolución de problemas para la mejora continua", Pharmaceutical Management, Año 1, No. 2, septiembre 1999 (pág. 31-38, parte l) y Año 2, No. 3, mayo 2000 (pág. 40-47, parte II).

Martín, Fernando y Enrique Yacuzzi (2001-2002), "Los costos de la calidad", Pharmaceutical Management, Año 3, No. 8, Diciembre 2001 (Parte l, pág. 32-46) Y Año 4, No. 9, marzo 2002 (Parte II, pág. 34-46).

NBC (productor) (1980). If Japan can... why can't we? (NBC White Paper) (2 videotapes, 80 minutos en total). NBC, New York.

Ortega y Gasset, José (1975). Apuntes sobre el pensamiento. Revista de Occidente, Madrid.

Oscar Johansen Bertoglio- Introducción a la Teoría General de Sistemas – LIMUSA Noriega Editores- décimo Novena Edición Reimpresión 2001

Peter S. Pande, Robert P. Neuman, Rolando Rulan Cavanach. –Las claves de Seis Sigma McGraw Hill-2002.

Peter S. Pande, Larry Holpp. - Que es Seis Sigma? McGraw Hill-2002

Philip B Crosby – Calidad sin Lagrimas, El arte de Administrar sin problemas – CECSA-1999.

Philip B Crosby – La calidad y Yo. Una experiencia de Vida – Pretice-Hall - 2000.

Rao, Ashok, Lawrence P. Carr, Ismael Dambolena, Robert 1. Kopp, John Martin, Farshad Rafii y Phyllis Fineman Schlesinger (1996). Total Quality Management: A Cross Functional Perspective, John Wiley and Sons, New York.

Robbins, Stephen P. y Mary Coulter (1996). Management, sa Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Saderra, Joroba, Lluis – El secreto de la calidad japonesa – Marcombo –1993

Shainin, Dorian y Peter D. Shainin (1988). "Statistical Process Control", en Juran's Quality Control Handbook, 4a edición, Ed. por Joseph M. Juran y Frank M. Gryna. New York.

Shewhart, Walter A. (1931). Economic Control of Quality of Manufactured Products, Van Nostrand, New York. (Reimpreso por American Society for

Quality Control, 1980, y por Ceepress, The George Washington University, 1986).

Shewhart, Walter A. (1939). Statistical Method From the Viewpoint of Quality Control, Graduate School, Department of Agriculture, Washington, D.C.

Shiba, Shoji, A. Graham y D. Walden (1993). A New American TQM: Four Practical Revolutions in Management, Productivity Press, Portland OR.

Stephen P. Robibins -Comportamiento Organizacional- San Diego State University 1999 Octava Edición 1999 – Editorial Prentice Hall.

Suárez, Gerald (ca. 1998). Tres expertos en Calidad: Crosby, Deming, Juran. Asturias Business School, Instituto de Fomento Regional.

Taguchi, Gen'ichi, Thomas C. Hsiang y Elsayed A. Elsayed (1989). Quality Engineering in Production Systems. McGraw-Hill, New York.
Walton, Mary (1986). The Deming Management Method. Perigee Books, New York.

Yacuzzi, Enrique (1996). "Gestión Hoshin: Un marco para la calidad", Interpharma, Año 3, No. 7, Diciembre. Pág. 40-46.

Yacuzzi (1997). “El método de Kano en el diseño de productos y servicios”, Interpharma, Año 4, Número 8, abril (pág. 32-38) (primera parte) y Año 4, número 9, agosto (pág. 24-30, segunda parte).

http://dfblade02.df0.cfemex.com/portal/
http://dfblade02.df0.cfemex.com/portaldco/librossapc.asp
http://admon.itc.mx/ojs3/index.php/ingind/article/viewFile/35/35
http://personales.upv.es/vyepesp/05YPX01.pdf
http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/240.pdf
http://www.cmsconsultores.cl/website/Seis%20sigma.pdf
http://www.ejournal.unam.mx/rca/205/RCA20505.pdf
http://www.mercadeo.com/archivos/six-sigma.pdf
http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040115081754-1_.html
http://www.infoviews.com.mx/Bitam/ScoreCard/

http://www.rockymountainpower.net//Article/Article28481.html
http://www.eon-uk.com/263.aspx
http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=52&id_art=2198
http://www.cfe.gob.mx/es/