

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Análisis de Sostenibilidad del Programa Seis Sigma en una
Empresa de Alimentos”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentado Por:

Ana Marcela Echeverry Cortez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que compartieron sus conocimientos y experiencias para la creación de este trabajo final de graduación.

En especial, a la M.Sc. Denise Rodríguez por sus incomparables enseñanzas.

DEDICATORIA

A Dios, quien me acompaña siempre.

A Fabio y Marcia por su amor y su guía.

A Freddy y Barb por su apoyo incondicional.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.

DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE

M.Sc. Denise Rodríguez Z.

DIRECTORA DEL TFG

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ana Marcela Echeverry Cortez

RESUMEN

La filosofía Seis Sigma se ha utilizado en el mundo como herramienta de mejora de procesos desde su aparición en el año 1980. En Ecuador, su aplicación aún se limita a un grupo de empresas pioneras. Este trabajo de graduación buscó desarrollar las bases para generar una teoría acerca de los factores claves y barreras para la sostenibilidad en proyectos Seis Sigma, y medir el costo-beneficio de los mismos para la organización. El trabajo final de graduación tomó lugar en una empresa de alimentos a la que se lo ofrecieron los resultados de la investigación.

Mediante entrevistas personales a los Green Belts, se recopiló información acerca de sus experiencias relacionadas a ciertos factores que se consideró podrían afectar la sostenibilidad de los proyectos DMAIC. El análisis de contenido dio como resultado que el principal factor de éxito para la sostenibilidad de proyectos DMAIC es que las actividades del líder del proyecto estén estrechamente relacionadas a la mejora, mientras que la barrera principal fue la colaboración entre departamentos.

Para el análisis costo-beneficio se dividieron los costos en fijos y variables, asociando los de prevención como fijos y los de evaluación y falla como variables. Se estima que por cada dólar que la empresa invierte en proyectos DMAIC, obtiene \$ 6.71 en beneficios.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Objetivo General	6
1.4 Objetivos Específicos	6
1.5 Justificación	7
1.6 Metodología	7
1.7 Estructura	9

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Introducción a la Metodología DMAIC	11
2.2 Descripción de la Metodología	13
2.2.1 Definición	14
2.2.2 Medición	15
2.2.3 Análisis	27
2.2.4 Mejora	28
2.2.5 Control	30
2.3 Factores Críticos en Implementación de Proyectos DMAIC	34
2.3.1 Limitaciones Inherentes a Seis Sigma.	36
2.3.2 Factores Críticos de Éxito Seis Sigma.	38
2.4 Sostenibilidad	43
2.4.1 Sostenibilidad en Proyectos TQM.	43
2.4.2 Sostenibilidad en Proyectos DMAIC	53
2.5 Modelo PAF	61

CAPÍTULO 3

3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	64
3.1	Preguntas de Investigación	65
3.2	Proposiciones Teóricas	66
3.3	Vinculación lógica de los Datos a las Proposiciones Teóricas.	72
3.4	Criterios para la Interpretación de Datos	80

CAPÍTULO 4

4.	RECOLECCIÓN DE DATOS.	81
4.1	Descripción de Proyectos.	81
4.2	Clasificación de Proyectos en Sostenibles y No Sostenibles.	89
4.3	Resultados de Entrevistas con Green Belts.	93
4.4	Costos y Beneficios del programa DMAIC.	99

CAPÍTULO 5

5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	107
5.1	Factores Claves Para la Sostenibilidad de Proyectos DMAIC.	107
5.2	Análisis Costo/Beneficio del Programa DMAIC	116

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
6.1 Conclusiones	120
6.2 Recomendaciones	122
ANEXOS	123
BIBLIOGRAFÍA	137

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Aspectos que Requieren Medición	16
TABLA 2: Métodos de Contacto con Clientes	18
TABLA 3: Indicadores de Desempeño	21
TABLA 4: Plan de Recolección de Datos.	26
TABLA 5: TQM: Categorías y sus Barreras.	45
TABLA 6: Situaciones Relevantes para Estrategias de Investigación	65
TABLA 7: Posibles Factores para la Sostenibilidad en Proyectos DMAIC	75
TABLA 8: Prueba de Hipótesis de Sostenibilidad. Proyecto 1.	90
TABLA 9: Prueba de Hipótesis de Sostenibilidad. Proyecto 2.	91
TABLA 10: Prueba de Hipótesis de Sostenibilidad. Proyecto 3.	92
TABLA 11: Prueba de Hipótesis de Sostenibilidad. Proyecto 4.	92
TABLA 12: Prueba de Hipótesis de Sostenibilidad. Proyecto 5.	93
TABLA 13: Costos de Prevención	103
TABLA 14: Costos de Evaluación	105

TABLA 15: Beneficios del Programa Seis Sigma	106
TABLA 16: Factores y Barreras que Afectan a la Sostenibilidad en Proyectos DMAIC.	108
TABLA 17: Pareto para Factores de Éxito en Sostenibilidad Hallados en Entrevistas con Green Belts	109
TABLA 18: Pareto para Barreras.	113
TABLA 19: Costos de Prevención por Proyecto	119
TABLA 20: Costos Totales.	118
TABLA 21: Relación Beneficio/Costo del Programa Seis Sigma.	119

INTRODUCCIÓN

El Trabajo Final de Graduación abarca lo siguiente:

El capítulo uno es una introducción a la investigación, se detalla el planteamiento del problema, su justificación y los objetivos y la estructura del Trabajo de investigación.

En el capítulo dos se muestra el marco teórico, consta del desarrollo de una base de investigaciones de las que se estructuraron un listado de factores que podrían afectar la sostenibilidad de los proyectos DMAIC.

El capítulo tres es el diseño el caso de estudio, utilizando herramientas como formatos de entrevistas estructuradas y no estructuradas con el fin de obtener la mayor cantidad de información de los Green Belts sin que el criterio del investigador intervenga.

El análisis de contenido es el capítulo cuatro, se hizo mediante la técnica Q-sort, la que se basa en la frecuencia con la que el entrevistado se refiere a una palabra, oración o idea. Finalmente, en el capítulo 5, correspondiente a los resultados, se determinan y priorizan los factores claves y barreras para el éxito de proyectos DMAIC.

Se hizo el análisis costo-beneficio al programa Seis Sigma en el que se concluyó que por cada dólar que la organización invierte en proyectos DMAIC, obtiene \$ 6.71 en beneficios.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Las raíces de Seis Sigma como un estándar de medición aparecieron con Carl Frederick Gauss (1777-1855) quien introdujo el concepto de la curva normal, mientras que como estándar de medición para variabilidad en procesos apareció cuando los 1920's, Walter Shewhart (1891- 1967), mostró que a tres sigma de la media es el punto donde un proceso requiere corrección. Sin embargo, es en la primera mitad de los años 1980s que Bill Smith (1929 - 1993), un ingeniero de Motorola acuña el término "Seis Sigma" para denominar a la metodología completa desarrollada por él, que le ahorraría en menos de cinco años más de dieciséis billones de dólares a Motorola [1].

La idea de identificar factores críticos para el éxito como base de información para la alta dirección en la implementación de proyectos fue popularizada por Rockart en 1979 [2]. En los años siguientes varios autores tales como: Henderson-Evans¹, Eckes² y Pande-Neuman-Cavanagh³, entre otros,

¹ (2000); Successful implementation of six sigma: benchmarking General Electric company, Benchmarking and International Journal, Vol. 7, No.4, pg: 260 – 81.

² (2000); The Six Sigma Revolution, Jhon Wiley and sons, New York, NY.

³ (2000); The Six Sigma Way: How GE, Motorola and other top companies are honing they performance, McGraw-Hill, Ney York, NY.

publicaron resultados de estudios exploratorios que identificaron factores como el apoyo de la gerencia, el entrenamiento especializado, la cultura organizacional, la comunicación, la infraestructura, la selección de proyectos, etc. como claves para el éxito en la implementación de proyectos seis sigma [3].

1.1 Antecedentes

En el año 2009, la empresa multinacional VIVESANO⁴ sede Ecuador, empezó el plan de implementación de la metodología en sus plantas a nivel nacional, solicitando los servicios de capacitación en la formación de Green Belts a profesionales Black Belts de la industria.

Hasta la fecha, la empresa cuenta con 6 Green Belts certificados a nivel nacional que han liderado alrededor de 20 proyectos en total bajo la metodología DMAIC para solución de problemas.

⁴ Por motivos de confidencialidad se le dio este nombre a la empresa estudiada.

1.2 Planteamiento del Problema

Es un hecho que en VIVESANO sede Ecuador la alta dirección está comprometida con Seis Sigma y confía en sus resultados. Sin embargo, no se ha garantizado la sostenibilidad en la totalidad de los proyectos ejecutados.

De forma global, la metodología ha sido exitosa dentro de la compañía en la implementación de proyectos, en septiembre del 2013 se hizo un estudio acerca de los factores de éxito y barreras en implementación de proyectos DMAIC con resultados sorprendentes. Sin embargo no hay información formal acerca de su sostenibilidad. Por ejemplo, en el 2011 se realizó un proyecto de reducción de horas hombre en el que se logró un ahorro de \$140000 (ciento cuarenta mil dólares americanos) al finalizar la etapa de implementación⁵, no obstante, el proyecto no se ha mantenido hasta la fecha.

Debido al interés de la empresa en continuar con el programa Seis Sigma, se ha considerado necesario hacer un análisis de causas claves para la sostenibilidad de las mejoras, tema de este estudio.

⁵ La descripción detallada del proyecto se la puede observar en el capítulo 4.

1.3 Objetivo General

Determinar factores claves para lograr la sostenibilidad de los proyectos seis sigma, realizados entre los años 2009 y 2011 en la empresa VIVESANO sede Ecuador.

1.4 Objetivos Específicos

- Recolectar información pertinente a cada uno de los proyectos realizados, sus líderes y grupo de trabajo con la finalidad de organizar la información por grupos de afinidad.
- Realizar una investigación exploratoria que permita determinar los factores claves y barreras para la sostenibilidad de los proyectos Seis Sigma mediante la ejecución de la investigación bajo la metodología de estudio de caso.
- Realizar un análisis costo-beneficio sobre los proyectos DMAIC en la organización en forma global.

1.5 Justificación

Después de cuatro años de haber iniciado el programa Seis Sigma, haciendo proyectos de mejora bajo la metodología DMAIC, se considera necesario hacer un estudio que determine los factores de éxito y barreras para la sostenibilidad del programa Seis Sigma enfocadas a la organización.

El presente trabajo final de graduación le dará a la empresa objeto del estudio una guía enfocada a los puntos que la organización debe mantener y mejorar con el objetivo de que cada uno de los proyectos sea de gran impacto en oportunidades de mejora y se aprovechen los recursos invertidos de la mejor manera posible.

1.6 Metodología

La metodología utilizada para esta investigación fue la de caso de estudio por considerarse apropiada para la generación de teorías en temas relativamente nuevos (Yin, 1989), además de tener la propiedad de transferibilidad⁶. El presente estudio busca sentar los cimientos para

⁶ MAXWELL, 1998: En la investigación cualitativa, se refiere al desarrollo de una teoría que puede ser transferida a otros casos.

generar una teoría acerca de los factores de éxito y barreras que afectan directamente a la sostenibilidad en proyectos DMAIC.

Como estrategia de investigación se ofrecieron los resultados de este estudio a una empresa multinacional pionera en la implementación de Seis Sigma en Ecuador. VIVESANO, cuenta con un equipo de seis Green Belts certificados en Ecuador, dos consultores Black Belts, además de colaboradores que estuvieron involucrados en proyectos DMAIC quienes fueron autorizados para dar entrevistas.

La recolección de datos se hizo por medio de entrevistas personales a cada uno de los Green belts de la empresa. Se tuvo acceso a los *story boards*⁷ de cada proyecto y a la información del seguimiento de KPIs definidos como puntos de control del proyecto.

Para el análisis de contenido de las entrevistas se utilizó la técnica Q-sort. Ésta técnica se basa en el conteo de palabras, oraciones e ideas dentro de categorías de interés en el texto analizado. Una vez

⁷ Este documento es un resumen ejecutivo que se presenta a la gerencia como cierre del proyecto DMAIC, incluye todas las fases del programa DMAIC, desde el objetivo hasta las mejoras implementadas y sus resultados.

establecidas las categorías generadas de manera inductiva a partir del análisis de contenido de las entrevistas, se hará un Pareto para priorizarlas y determinar los factores de éxito y las barreras claves para la sostenibilidad de proyectos DMAIC.

Finalmente, se hará un análisis costo - beneficio basado en el modelo PAF (Prevención, evaluación y falla) [4].

1.7 Estructura

El trabajo final de graduación consta de cinco capítulos:

- Capítulo 1: Se muestran los antecedentes en investigación de factores de sostenibilidad para proyectos DMAIC, el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, su justificación y la metodología utilizada.
- Capítulo 2: Contiene el marco teórico relevante a la estructura para proyectos DMAIC, antecedentes en el estudio de factores de éxito, barreras de implementación y sostenibilidad ligados a seis sigma.

- Capítulo 3: Diseño del caso de estudio en el que se utilizó entrevista como medio de recolección de datos y la técnica Q-sort para análisis de contenido.
- Capítulo 4: Recolección de datos. En este capítulo se muestran las tablas que contienen la información resumida recolectada de entrevistas con Green Belts. En la parte de anexos se detalla una muestra de las entrevistas completas.
- Capítulo 5: Análisis de datos. Se aplicó la técnica Q-sort para análisis de contenido, resultando dos tablas que contienen los factores de éxito así como las barreras halladas en este estudio. Adicionalmente se priorizan aplicando Pareto y se explican tanto los factores de éxito como las barreras que componen el 80%. Finalmente, se muestra el análisis - costo beneficio del programa Seis Sigma.
- Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción a la Metodología DMAIC

La gestión “Seis Sigma” es la búsqueda implacable y rigurosa de la reducción de la variabilidad en todos los procesos críticos para lograr mejoras y progresos continuos que impacten tanto en la utilidad como en el ingreso de la organización, incrementando la satisfacción de clientes, su compromiso y su lealtad hacia la empresa [5].

Los métodos utilizados para la implementación de esta metodología son diversos en forma pero conservan la misma estructura principal llamada DMAIC, que consiste en cinco etapas consecutivas que van desde Definición, donde se plantea la idea del proyecto y se verifica su viabilidad; Medición, etapa en la que se analizan las variables relacionadas al proyecto; Análisis, donde se hallan las causas raíz de los problemas asociados al proyecto; Mejora (Improvement), donde se establecen los niveles adecuados de operación haciendo modificaciones al proceso; y Control, donde se establecen e implementan planes de control y reacción que contemplen todas las situaciones posibles de falla y la manera de solucionarlas [6].

La metodología mencionada se implementa generalmente a través de proyectos liderados por colaboradores de la compañía que están inmersos en las áreas de interés del proyecto, respaldados por tres pilares importantes: un Máster Back Belt, que brinda asesoría técnica y herramientas de solución de problemas a los líderes durante el desarrollo de cada proyecto; un Champion, que es el responsable de la implementación integrada de los proyectos, es decir, es la persona que asegura que cada proyecto realizado esté acorde a los objetivos de la compañía en el aspecto comercial, tecnológico, operativo, etc. y toma responsabilidad en la implementación de todos los proyectos; y un Sponsor, cuyo rol consiste en aprobar en última instancia los proyectos que se realizarán brindando las recomendaciones que considere importantes, proveyendo recursos y removiendo obstáculos para la exitosa implementación de la metodología [7].

Uno de los aspectos claves y más difíciles de lograr en la mejora continua es la sostenibilidad de los proyectos en el largo plazo, para este estudio se considerará el concepto de sostenibilidad de Lean a la que se refiere como “simplemente el cambio duradero” [8], el concepto se podría aclarar mejor con la definición que aparece en El Manual de la Gestión del Ciclo del Proyecto de la Comisión Europea: “*Un proyecto es sostenible cuando puede suministrar un nivel considerable de*

beneficios al grupo meta durante un periodo suficientemente largo, una vez que la asistencia técnica y financiera del donante cesa". Con estos conceptos en mente, cada líder de proyecto (por lo general un Green belt) debe asegurar de forma objetiva la sostenibilidad de las mejoras planteadas y los controles respectivos para su seguimiento.

2.2 Descripción de la Metodología

El método de mejora empleado en las iniciativas Seis Sigma para alcanzar altos estándares de calidad es llamado DMAIC, por las siglas en inglés de las palabras que corresponden a cada etapa de la metodología: Define, Measure, Analysis, Improve and Control.

Cada una de las etapas mencionadas posee un propósito específico y herramientas desarrolladas con información obtenida de cada proyecto que contribuirán a los propósitos de las siguientes etapas. Para efectos de orden y control de los avances realizados en cada proyecto, existen documentos llamados entregables que cada líder de proyecto entrega a su tutor (Máster Black belt) en fechas establecidas en el calendario DMAIC, según se avanza en las distintas etapas detalladas a continuación [7].

2.2.1 Definición

En la etapa de Definición el principal objetivo es establecer la razón para iniciar el proyecto Seis Sigma, su alcance y su forma de implementación. Los objetivos específicos de esta etapa son: seleccionar el proyecto, definir el proyecto, cuantificar los beneficios, desarrollar el plan de implementación y establecimiento de la estructura.

Para estos propósitos se utilizan tres herramientas claves: el resumen ejecutivo, también conocido como *Project charter*, el VOC (Voz del Cliente), donde se describen las necesidades y requerimientos del cliente y el mapa del proceso a mejorar.

El Project charter es una recopilación de documentos cuya función es brindar un propósito definido y motivación al equipo de trabajo, contiene: el nombre del proyecto, la definición clara del problema, el alcance, el cronograma de trabajo, roles y responsabilidades de cada miembro del equipo [6].

La función del VOC es proveer información al equipo de trabajo de las necesidades del cliente y qué requerimientos de dichas necesidades deben ser mejorados por el proyecto para que el cliente se sienta satisfecho con el producto o servicio que se le ofrece [6].

El mapa del proceso a mejorar debe poseer entradas, transformaciones que añaden valor y salidas. Para desarrollar este mapa, el equipo de trabajo debe estar consciente de los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes (SIPOC) que intervienen en proceso a gran escala que se desea graficar [6].

2.2.2 Medición

En esta etapa existen dos fases muy marcadas: la creación del plan de recolección de datos y su implementación. Durante la primera etapa, es importante que el equipo de trabajo tenga en mente que lo que se desea lograr a través del proyecto DMAIC es mejorar la eficacia para las salidas y eficiencia de los proveedores del proceso en que ellos viven el día a día [6]. En la Tabla.1 se muestran los tres aspectos principales que se deben tomar en consideración para desarrollar un buen plan de recolección de datos.

TABLA 1. ASPECTOS QUE REQUIEREN MEDICIÓN

Mediciones de entrada (Eficacia de Proveedores)	Mediciones del Proceso (Su Eficiencia)	Mediciones de Salida (Su Eficacia)
Los puntos clave en calidad ubicados en los proveedores del proceso.	Mediciones de la eficiencia del proceso: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de Ciclo • Costos • Valor agregado • Mano de Obra 	Mediciones acerca del grado en que el proceso está cumpliendo los requerimientos del cliente.

Previo al desarrollo del plan de recolección de datos, es necesario identificar cuáles son los puntos del proceso relevantes a esta etapa, es decir, cuáles se deben medir. Existen seis herramientas que se utilizan comúnmente en esta etapa:

VOC (Voz del Cliente)

Esta herramienta tiene como objetivo principal conocer al cliente en cuatro aspectos principales: el segmento de mercado al que pertenece, qué piensa el cliente de los productos de la compañía, qué necesidades el cliente considera prioritarias y cuáles de esas necesidades la empresa puede satisfacer para maximizar su rentabilidad [7].

Para llevar a cabo un correcto estudio de la voz del cliente (VOC) es necesario hacer una segmentación identificando la salida, los clientes de esa salida, desarrollar una lista de criterios que se utilizaran para armar los segmentos y por último crear los perfiles correspondientes a cada segmento.

Dentro del estudio VOC es vital identificar las fuentes de información de las que obtendrán los hallazgos que contribuirán al alcance de la meta de conocer al cliente, estas fuentes pueden ser: puntos de contacto directo con clientes, departamento de quejas, información de ventas de la empresa, encuestas de satisfacción, etc. Los métodos de contacto con clientes dependerán de cuál sea el propósito de la recopilación de información y se detallan en la Tabla 2.

Diagrama de Afinidad

Del paso anterior se obtiene una lista con las necesidades de los clientes a quienes se quiere servir en lenguaje común, es por esto que el objetivo principal de esta herramienta es organizar en grupos naturales o afines las ideas o hechos obtenidos, de tal forma que ayuden a diagnosticar una situación compleja [6].

La metodología para la construcción del diagrama de afinidad consiste en poner todas las ideas aisladas en tarjetas individuales sobre un tablero, de esta manera junto al grupo de trabajo se agrupan por afinidad para finalmente nombrar a cada grupo de ideas por sus características comunes. Las ideas más frecuentes se llaman CTQ's⁸ [6].

TABLA 2
MÉTODOS DE CONTACTO CON CLIENTES

⁸Variables: Critical To Quality.

TIPO DE CONTACTO	SELECCIONELO SI DESEA...
Entrevistas cara a cara	Perspectivas únicas Desarrollar preguntas inesperadas Obtener información detallada sobre la experiencia de compra Obtener información que me permita innovar o rediseñar
Focus Group	Obtener mediano nivel de participación Información replicada de un mismo segmento que comparten productos, procesos o servicios similares
Entrevistas telefónicas	Obtener información de clientes dispersos geográficamente. Información sobre asuntos básicos Gran cantidad de datos a mediano costo
Punto de uso	Obtener información acerca de la manera en la cual el cliente emplea el producto o interacciona con el servicio que se le espera ofrecer.
Encuestas	Respuestas cuantificables y estadísticamente significativas Información de muchos clientes Confirmación de teorías desarrolladas a través de otros medios de contacto

Matriz de Selección de Mediciones

Esta matriz es usada para traducir los hallazgos del VOC a mediciones (Y's), relacionándolas con las características para la calidad (CTQ's) más importantes para los clientes [9].

Los resultados de esta matriz son las CTQ's halladas en el diagrama de afinidad asignadas al nivel requerido por el cliente. Por ejemplo: si se identifica como una CTQ la variable: (Ej:) *peso del producto*, en la matriz de mediciones deberá reflejarse cuál es el peso adecuado para la satisfacción de los clientes (Ej:) *30kg*. Estas nuevas metas establecidas por la matriz de selecciones y mediciones son las metas de mejora detalladas [9].

De la lista de entregables de la etapa de medición, hasta este punto se han obtenido: las salidas del proceso (Y's) y las metas de mejora detalladas.

Mapeo del Proceso

El objetivo de esta herramienta es la identificación de las variables potencialmente influyentes (X's). Previo al mapeo de procesos propiamente dicho, se deben identificar las etapas del proceso que son consideradas críticas para el cumplimiento de las características de calidad resultantes de la matriz de selección y medición. A continuación se muestra la Tabla 3 con los indicadores de desempeño más comunes [9].

Una vez hecha la identificación de las etapas críticas del proceso se procede a hacer el mapeo, que tiene como objetivo representar de manera visual la cadena de actividades con sus respectivas entradas y salidas de tal forma que cualquier persona que no esté relacionada al proceso pueda entender la interacción entre los diferentes factores durante el flujo de trabajo. Ésta representación gráfica del proceso debe contener información adicional útil para el desarrollo del proyecto como: tiempos, costos e indicadores clave [9].

Existen 3 tipos de mapas de procesos que se utilizan en esta etapa: Macromapa de procesos, que es una vista general del proceso que ayuda a definir y enfocar el alcance y debe incluir las actividades consideradas críticas de manera sintetizada; Diagrama de flujo de proceso (DFP), que como su nombre lo indica representa el flujo del material por todas las actividades del proceso hasta convertirse en producto terminado, este diagrama debe incluir: todos los pasos del proceso documentados, fábrica oculta, puntos de recolección de datos, equipos, identificación de operaciones (si agregan o no valor) y control de documentos; Mapa de proceso detallado, esta herramienta se basa en el DFP, por la cantidad de

TABLA 3
INDICADORES DE DESEMPEÑO

INDICADOR	FORMULA	DESCRIPCIÓN
IPY	=Unidades procesadas sin defecto/total de unidades que iniciaron el proceso	<u>In Process Yield</u>
RTY	=IPY1 x IPY2 x IPY3 x ... x IPYn	<u>Rolled Throughput Yield:</u> Probabilidad de que a lo largo de un proceso una unidad no presente defectos.
DPU	#Total de defectos/unidades muestreadas	<u>Defectos por Unidad:</u> Número promedio de defectos por unidad. Se enfoca en los defectos y no en los defectuosos. Métrico seis sigma por excelencia.
FTY	=#Unidades que pasan la prueba final/Unidades probadas	<u>Final Time Yield:</u> Sirve para detectar unidades defectuosas, NO es un métrico Seis Sigma.
DPMO	=[DPU/(oportunidades)]*1'000.000	<u>Defectos por millón de oportunidades:</u> número promedio de defectos por unidades observadas (DPU), dividido para el número de oportunidades que pueden generar un defecto durante una corrida normal y multiplicado por un millón. Métrico seis sigma por excelencia.
PPM	(Unidades defectuosas/ Total unidades producidas) x 1'000.000	<u>Partes Por Millón:</u> Estimador del nivel actual del proceso

información que ingresa a este mapa se recomienda usar una hoja de cálculo.

Este mapa de proceso detallado se convierte en la entrada al AMEF (Análisis

de Modos y Efectos de Falla), a la matriz C&E (Causa y Efecto) e incluso al plan de control [9].

Herramientas Causa – Efecto

Una vez identificadas las entradas en el diagrama detallado del proceso, es posible determinar nuevas entradas utilizando el diagrama de Ishikawa, también conocido como espina de pescado.

Otra herramienta utilizada en este paso es la Matriz Causa – Efecto, la que identifica las entradas claves (KPI) que deben ser analizadas con el fin de mejorar las salidas claves (KPO) del proceso [9].

Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura / ensamble causadas por deficiencias en los procesos de diseño o manufactura / ensamble. También identifica características de diseño o de proceso críticas o significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla. AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran [12].

A pesar de que existen varios tipos de AMEF, este estudio utilizará solamente el de proceso que se usa para analizar los procesos de manufactura y ensamble. Se enfoca a la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende satisfacer [12].

Los principales beneficios del AMEF es que identifica los problemas antes de que ocurran, mejora la confiabilidad del proceso, ayuda a evaluar el riesgo de cambios en el proceso e identifica las áreas para otros estudios [9]. Los documentos de entrada para este estudio son: Los requerimientos del cliente (VOC), matriz C&E y el mapa de proceso detallado [12].

Plan de Recolección De Datos

El plan de recolección de datos es una matriz que consta de 6 columnas: métrico, representan el estado de una variable o atributo potencialmente influyente en el proceso, se recomienda usar mayormente datos cualitativos (variables); definición operacional, es la instrucción de como tomar el métrico operacional e interpretar los resultados; tamaño de la muestra, que se debe calcular mediante las herramientas estadísticas apropiadas ya sea para población o proceso; origen y localización, método de recolección y responsable de recolectar los datos [6].

El plan de recolección de datos es una tabla que consta de ocho columnas detalladas en la Tabla 4.

Análisis de Capacidad.

En este análisis se pretende comparar la voz del proceso que está dada por su variación con la voz del cliente traducida a los límites de las especificaciones de las características de interés que se estudian en el proyecto [9].

TABLA 4
PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

¿Qué medir?	Requerimientos definidos en etapa de medición.
Tipo de medición	Por lo general se deben tener dos mediciones de entradas, dos de salidas y una de proceso
Tipo de Información	Registrar si el tipo de información que se está empleando en la medición es discreta o continua, cuando se requiera se debe elegir la información continua sobre la discreta porque brinda mayor información.
Definiciones operacionales	Es la descripción de un término de manera que todos los afectados entienden su significado de igual manera [4].
Objetivos	Es el desempeño ideal del producto o servicio para el cliente [6].
Especificaciones	Es el producto mínimo aceptable ante los ojos del cliente.
Formularios de Recolección de Datos	Para la recolección de datos discretos se deben seguir cuatro pasos: definir qué es un defecto, categorizar los defectos o codificarlos, determinar el lapso que durará la recolección de datos y diseñar un formato amigable con el usuario. En datos continuos el equipo de recolección de datos debe usar una hoja de control con distribución de frecuencias, ésta hoja rastrea el número de ocurrencias de un evento en un periodo determinado [6].
Muestreo	Una muestra representativa es la que permite analizar de manera más cercana posible a la población
Baseline Sigma	Usualmente se calculan los defectos por millón para obtener el sigma global inicial del proceso, este puede ser la combinación de varios sigmas que se obtienen del nivel de defectos en los requerimientos principales de los clientes por separado.

2.2.3 Análisis

Durante esta etapa se utilizan herramientas estadísticas con el objetivo final de predecir la magnitud de las variables de salida (las más importantes) a partir de los valores de las variables independientes [6].

En el análisis gráfico se utilizan herramientas estadísticas conocidas tales como: histogramas, gráfico de frecuencia de datos, diagrama de cajas, gráfico de probabilidad, en la búsqueda de datos aberrantes, sesgos, formas de los datos asociados a una distribución, tendencias, etc. Para el análisis multivariantes se utilizan gráficos de dispersión con la finalidad de hallar relaciones entre variables, estas pueden ser: lineales, cuadráticas, exponenciales, sin relación, etc. Así como los gráficos multi-variable que buscan los efectos de factores sobre una variable de respuesta. Las pruebas de hipótesis se utilizan en estadística inferencial para hacer estimaciones válidas de la población a partir de una muestra. Las estimaciones pueden ser puntuales o por intervalos. En caso de no ser posible la comprobación de normalidad de los datos se deberá trabajar con estadística no paramétrica para validar las hipótesis planteadas.

La técnica denominada Análisis de la varianza (ANOVA) tiene como objetivo básico la comparación de las medias de más de dos poblaciones [13]. Según el modelo que se utilice, se deben comprobar los supuestos de que los errores de las muestras son independientes con distribución normal. Hay ciertos casos en los que ciertos supuestos no se cumplen a cabalidad, en ese caso existen formas de normalizar los datos o emplear modelos distintos para la resolución de los casos. La prueba de Kruskal Wallis es una aplicación de estadística no-paramétrica, se utiliza cuando los datos obtenidos en el estudio del proyecto no son normales para comparar diferentes niveles de factores en las variables de salida. Otra técnica que se utiliza para analizar datos de atributos se llama Tabla de Contingencia, definen si la distribución de observaciones de atributos es independiente en los grupos. El modelo de regresión tiene como objetivo predecir el comportamiento de las variables de salida importantes a partir de valores de las variables de entrada, la relación existente entre X_s y Y_s puede ser lineal, cuadrática, polinomial de alto orden, exponencial, logarítmica, etc.

2.2.4 Mejora

Esta etapa se enfoca en diseñar, planificar y ejecutar experimentos con la finalidad de establecer e implementar mejoras cuantificadas y probar la solución definitiva a implementar [7].

Diseño Factorial

La herramienta utilizada durante la etapa de mejora es diseño experimental (DOE) ya sea de tipo simple, de dos factores, tres factores, 2^k factores, diseño fraccionado, etc [14].

Un diseño con k factores que tienen dos niveles requiere un número de replicaciones igual a 2^k observaciones. En este tipo de modelos se asume que los efectos son fijos y la aleatorización completa, se consideran las mismas restricciones que en el caso de los diseños factoriales típicos [14].

Las ventajas de aplicar este tipo de modelos es que simplifica la interpretación de resultados porque solo analiza los factores en dos niveles: alto y bajo. Para hacer más exacto el estudio se pueden aplicar otras herramientas de diseño experimental como eliminación de factores poco significativos y bloqueo.

2.2.5 Control

La etapa de control tiene como objetivo principal el desarrollo del plan de control y el plan de respuesta o reacción. Estos documentos asegurarán que las mejoras logradas sigan generando el beneficio esperado en el largo plazo. La estructura del plan de control empieza por una lista de las actividades de control del proceso, debe contar con un método para identificar deficiencias del sistema de control, una lista de las actividades de control a implantar y puede ser una entrada para el AMEF.

Los documentos de entrada para el desarrollo de los planes mencionados son: mapa de proceso final, documentación del proceso, requerimientos del cliente, análisis de capacidad, capacidades de las TI, mantenimiento de procedimientos, materiales de entrenamiento, guías de solución de problemas, calendarios de calibración y ventanas de operación.

Plan de Control

El plan de control es una matriz que consta de doce componentes: Paso, que se origina del mapa de procesos (actividades que se consideraron críticas) y debe guardar coherencia en el nombre con el AMEF, la matriz C&E y en todos

los documentos donde se lo utilice; ¿Qué está controlando?, esta columna representa el nombre de la entrada o salida; Entrada/Salida; se debe especificar si es una entrada o salida, se recomienda que haya mayor control sobre las salidas; Límites de especificación, lista el objetivo y las tolerancias para cada salida crítica; Método de medición, indica el proceso o la máquina que hace la medición, existen diversos tipos de métodos de control tales como: control estadístico de procesos, automatización, cartas pre-control o métodos más sencillos como visuales, firmas de responsabilidad, etc.; Tamaño de muestra, este se selecciona a base del sistema de medición y capacidad del proceso; Frecuencia de la muestra, se selecciona a base del sistema de medición, capacidad del proceso y requerimientos de la operación; ¿Quién/Qué hace la medición?, se debe indicar quien es el responsable de que se tomen los datos y de que estos sean correctos; ¿Dónde se registra?, indica el lugar de residencia de los datos, pueden ser base de datos, gráficos, tableros, etc.; Regla de Decisión/Acción correctiva, se debe indicar en este espacio quién es la persona que toma acción cuando el proceso está fuera de control y cuál es la acción pertinente a llevar a cabo; SOP's, se debe registrar que documentación gobierna este proceso, en este espacio es apropiado registrar dónde reside la información de fábrica oculta [7].

Plan de Reacción

El plan de reacción, es una guía documentada para resolver situaciones fuera de control, su contenido debe expresar claramente el responsable de tomar la decisión, cuál es la acción que se debe tomar, en qué momento tomar la acción, etc. Por lo general se presenta en forma de diagrama de flujo contemplando todas las posibles fallas del proceso [7].

Métodos de Control

Los métodos de control definidos en la metodología son: Acciones correctivas, que a su vez se subdividen en tres grupos, contramedida, alerta e inspección; SPC (Statistical Process Control) y medidas de pre-control.

Acciones Correctivas

Existen tres tipos de acciones correctivas: de contramedida, es una mejora hecha al proceso que no va a permitir que ocurra la condición del error, también conocido como aislamiento de errores. Las técnicas más populares usadas en la aplicación de la metodología Seis Sigma para el aislamiento de defectos son: Poka Yoke, método de contacto, método de conteo y secuencia de movimiento; de alerta, es una mejora hecha al proceso que va a detectar cuando la condición de error haya ocurrido impidiendo que avance; de Inspección, mejora hecha en el corto plazo para detectar el defecto causado por una condición de error, generalmente por medio de auditorías e

inspecciones 100%. Durante la inspección ocurre un proceso de clasificación de la información en buena y mala, luego se procede a buscar la fuente del problema y finalmente a corregirlo, para evitar todo este proceso se recomienda aislar los errores.

SPC (Statistical Process Control)

Este método de control está enfocado a la aplicación de métodos estadísticas para la detección de las causas de variación de un proceso. Para que este método sea efectivo, todos los operadores deben conocer las reglas del SPC para que puedan determinar si las gráficas presentan algún problema, apagar el equipo y buscar las causas especiales [7].

Es necesario aclarar que únicamente las salidas del proceso pueden ser monitoreadas y son los primeros controles que se establecen durante esta fase en un proyecto seis sigma, mientras que las variables de entrada pueden ser controladas y este hecho causa que una vez identificados los límites en que las variables de entrada pueden fluctuar para que la salida sea la requerida por el cliente del proceso, se pueden reemplazar los monitores de la salida por reales controles de las entradas críticas cumpliendo los límites de especificación de la salida del proceso.

Medidas de Pre-Control

Este método se aplica generalmente en procesos que no varían normalmente alrededor de una media. Las diferencias más notables son los procesos que tienen variaciones en la entrada de la materia prima, desgaste herramental y recursos que se degradan con el tiempo. Otra aplicación de este método de control es para procesos que corren bajo control y solo necesitan ser monitoreados [7].

2.3 Factores Críticos en Implementación de Proyectos DMAIC

Los primeros estudios exploratorios orientados a determinar factores críticos en la implementación de proyectos Seis Sigma se publicaron alrededor del año 2000 con los autores: Pande, Henderson-Evans y Eckes, quienes propusieron que se prestara especial atención al involucramiento de la gerencia, la estructura organizacional, entrenamiento y educación en herramientas estadísticas como principales factores críticos para el éxito.

Posteriormente se han publicado estudios recopilatorios que se tomarán en cuenta para el desarrollo de esta investigación por estar estrechamente ligados a la sostenibilidad.

El autor Goh expone que para comprender los factores que realmente son críticos para una correcta implementación de la metodología primero se debe hacer un análisis de las características que diferencian a seis sigma de otras metodologías de mejora de calidad y sus limitaciones [15].

- En el contexto DMAIC, se integran en un orden lógico herramientas como: QFD (Quality Function Deployment), AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla), DOE (Diseño de Experimentos) y SPC (Control Estadístico de Procesos).
- La implementación de seis sigma debe ser desde la gerencia hacia abajo en la escala jerárquica.
- Brinda una nueva dimensión al sector de servicios en cuestión de rigor para la solución de problemas y mejora del desempeño.
- Es mucho más sensible ante los requerimientos para la satisfacción del cliente que otros sistemas que se enfocan en el interior de la organización.

- Se enfoca en resolver problemas “proyecto por proyecto”, contrario a otros conceptos como: “Mejora de calidad global”.
- Cada proyecto tiene un objetivo concreto, un principio y un final. Esto brinda la oportunidad de planificar actividades, hacer feedback y aprender de los errores.
- Los resultados finales de un proyecto DMAIC por lo general se expresan en términos financieros.
- Seis sigma posee una estructura formal de entrenamiento y certificación que genera Green Belts, Black Belts, Champions, etc.

2.3.1 Limitaciones Inherentes a Seis Sigma.

- Cuando el desempeño de un negocio es expresado en el común DPMO (Defects per million opportunities), sería incorrecto asumir que todos los no-defectos son igual de buenos productos/servicios y que todos los defectos son igual de catastróficos.

- Seis sigma puede usarse como un medio para llegar a la conformidad pero no es una fórmula para la creatividad, el progreso y el emprendimiento.
- No hay garantía que los esfuerzos por solucionar determinados problemas u optimizar ciertos procesos, liderados por Champions y Black Belts, vistos desde una mayor perspectiva hayan estado bien concebidos y situados.
- En la economía globalizada en que se vive hoy, muchos productos y servicios son requeridos antes de que el cliente exprese la necesidad de tenerlos.

Una vez internalizadas las características y limitaciones de la metodología, es posible definir los factores críticos que garantizarán el éxito en su implementación. Banuelas y Anthony [3] presentan un listado recopilado de estudios anteriores de doce factores críticos a considerarse por la gerencia en la implementación de proyectos DMAIC. Se ha combinado este listado con los expuestos por el autor Goh [15], obteniendo los factores que se consideran críticos para ambos

investigadores, además de una explicación concreta de lo que cada uno representa para la compañía.

2.3.2 Factores Críticos de Éxito Seis Sigma.

- Involucramiento y compromiso de la gerencia

Se debe ver el programa seis sigma como un camino serio hacia la calidad y no como un ejercicio de papel. Además previo al lanzamiento de la metodología se debe poseer un equipo fuerte de Champions y Black Belts expertos en implementación exitosa de proyectos para asegurar el soporte a los Green Belts y que perciban la metodología como un método de predicar con el ejemplo [3].

- Cambio cultural

Se debe considerar que seis sigma es una metodología que se desarrolla en un ambiente de trabajo donde los defectos son vistos como oportunidades de mejora, es por esto que los colaboradores de la empresa deben sentir total confianza para comunicar fallas y trabajar en equipo para resolverlas lo más rápido posible [3].

- Comunicación

Cada proyecto debe poseer un métrico específico sobre el que se evaluará el progreso de forma clara de tal forma que tanto el equipo de trabajo como la gerencia sepan cuál es el objetivo por el que trabajan día a día. Adicionalmente, las decisiones que se tomen deben estar basadas en hechos demostrables evitando la interferencia de ideas preconcebidas y juicios que podrían dañar el clima laboral [3].

- Infraestructura organizacional

Es vital que la gerencia se asegure de poseer personas con habilidades en manejo de proyectos, trabajo en equipo, liderazgo y conocimiento básico de manejo de software, etc. También es importante que se cuente con los recursos necesarios para iniciar proyectos y que las metas de estos sean vinculadas con el presupuesto que se asigna para su implementación [3].

- Entrenamiento

El entrenamiento debe ser orientado a resultados, bajo la estrategia “proyecto por proyecto” es aconsejable que la duración de cada uno sea

entre tres y seis meses (dependiendo del alcance del mismo) para que el progreso sea tangible [3].

- Vínculo de seis sigma con la estrategia de negocios

Para que el vínculo con la estrategia de negocios sea claro, se deben expresar las ganancias que ofrecerá el proyecto en términos financieros, y exponer claramente con qué objetivo estratégico del negocio está asociada la mejora [3].

- Vínculo de seis sigma con el cliente, recursos humanos y proveedores

Es importante que las metas y la importancia del programa en general sean internalizadas por cada colaborador de compañía, de esta manera se asegura la participación de los colaboradores cuando los proyectos lo requieran. Adicionalmente es vital que recursos humanos sea consciente del esfuerzo que cada colaborador debe hacer para cumplir con el programa así como con sus actividades diarias para que se desarrolle un programa de compensaciones al empleado de acuerdo a las necesidades de la empresa [3].

Por último, se tiene la idea de que para abaratar costos se debe tener negocios con múltiples proveedores, lo que va contrario a las enseñanzas de seis sigma, se debe educar a la compañía para que adopte medidas acordes a la metodología en sus actividades diarias, por ejemplo, reducir el número de proveedores a los más confiables haciendo alianzas estratégicas para reducir variación sin afectar los costos y la calidad de los productos.

- Entendimiento de herramientas y técnicas propias de seis sigma.

Es recomendable hacer cursos de actualización o repaso de herramientas estadísticas utilizadas en seis sigma a los Green Belts, Black Belts y Champions con el objetivo de refrescar los conocimientos y afianzar criterios de utilización de ciertas herramientas para casos específicos [3].

- Habilidades en manejo de proyectos

Todos los candidatos a Green Belts deben saber cómo manejar proyectos, porque en un proyecto DMAIC, donde se trabaja con miembros de equipo de diferentes áreas de la compañía que adicionalmente a esta actividad tienen otras responsabilidades

generadas por su cargo como colaborador de la empresa, es de suma importancia la sincronización de actividades para cumplir con los entregables evitando el estancamiento de los proyectos [3].

- Priorización y selección de proyectos.

Los proyectos se deben priorizar y seleccionar de manera que representen la mayor ganancia para la compañía, no solo en términos de dinero sino en cuestiones ambientales, de seguridad, clima laboral, etc. Harry Y Schroeder [16] sugieren algunos criterios de selección que se detallan a continuación:

- DPMO.
- Ahorros netos.
- Costo de mala calidad.
- Capacidad.
- Tiempo de ciclo.
- Satisfacción del cliente.
- Desempeño interno.

2.4 Sostenibilidad

Ante la carencia de estudios anteriores acerca del tema de sostenibilidad en proyectos DMAIC se tomará como referencia la investigación de los autores Dale, Boarden, Wilcox y McQuarter [17] publicada en el año 1997 en la revista TQM Magazine. El estudio muestra los resultados del análisis de barreras en la sostenibilidad en proyectos de Total Quality Management implementados en seis empresas de manufactura en el Reino Unido, Alemania y España. Adicionalmente se tomarán como base para el diseño de la investigación las consideraciones claves expuestas en el libro The Six Sigma Way por los autores Pande, Neuman y Cavanagh en sostenibilidad de proyectos DMAIC.

2.4.1 Sostenibilidad en Proyectos TQM.

Las barreras encontradas producto del estudio antes mencionado, se agrupan en seis categorías:

- Ambiente interno/externo.
- Estilo de gerencia.
- Políticas.
- Estructura organizacional.
- Proceso de Cambio.

En la Tabla 5 se exponen cada una de las categorías con sus respectivas barreras [17].

En la categoría Ambiente interno/externo se plantea que se debe hacer el análisis FODA para diferenciar las variables que están fuera del control de los directores y planificar sobre ellas.

Ambiente Externo

- Competidores: En este aspecto, la organización debe entender y reaccionar a las amenazas de sus competidores. Esto se logra por el conocimiento de sus ventajas competitivas sobre ellos.
- Empleo, Desarrollo y retención: La inhabilidad para reclutar y mantener empleados de suficiente calibre puede ser una amenaza para el crecimiento de la organización. Otro factor que puede afectar a la organización es la retención de empleados y el desarrollo organizacional. El desarrollo del personal se debe percibir como una práctica formal en la compañía y evitar la percepción de que se toma a los empleados como un par de manos [17].

TABLA 5
TQM: CATEGORÍAS Y SUS BARRERAS.

AMBIENTE INTERNO/EXTERNO	ESTILO DE GERENCIA	POLÍTICAS	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	PROCESO DE CAMBIO
<u>Ambiente Externo</u>	Relaciones industriales	<u>Políticas que rivalizan con TQM</u>	Posición de la función de calidad	Mejora de la infraestructura
Competidores	Relación administrador / empleado	Administración de recursos humanos	Barreras departamentales, funcionales.	Educación y entrenamiento
Reclutamiento, desarrollo y retención de empleados		Financiera	Comunicación	Equipos y trabajo en equipo
<u>Ambiente Interno</u>		Mantenimiento	Flexibilidad laboral y cumplimiento	Procesos
Enfoque al cliente		Manufactura	Estructura de supervisión	Sistema de administración de calidad
Inversión				Herramientas y técnicas de administración de calidad
Factor "miedo"				Confianza en la gerencia

Ambiente Interno

- Enfoque en el cliente: realizar visitas específicas a clientes con personal operativo es importante, porque la visión de los operadores se amplía. Por ejemplo, en el caso de piezas de ensamble, al ver la manera en que los productos de la empresa productora encajan en el producto del cliente ayuda a generar confianza a nivel operativo, estimulando la generación de mejores ideas e identificando la calidad de manera acertada [17].
- Inversión: El deseo de la organización de financiar obras de mejora puede afectar de manera significativa el programa de calidad, la organización debe estar consciente de que además de mostrar acuerdo por las obras propuestas por los equipos de mejora, se debe contar con recursos adecuados para su implementación ágil [17].
- Factor Miedo: Este factor describe la incertidumbre que siente el personal por su futuro. Es frecuentemente generada por la falta de confianza entre la administración y la fuerza laboral, puede ser controlado mediante planeación, control estratégico y control financiero [17].

El estilo de gerencia se divide en dos subcategorías: Relaciones industriales y relación entre la administración y los trabajadores, la primera define la manera en que la gerencia trata las relaciones entre empleados y la segunda concierne

a las actitudes, valores y habilidades interpersonales de los administradores, supervisores y su relación con los empleados.

- Relaciones Industriales: Para lograr sostenibilidad se debe hacer una transición de estilo de gerencia radical⁹ o pluralista¹⁰ a una unitarista¹¹.
- Relación entre la administración y los empleados: En este aspecto, la gerencia debe hacer un análisis interno y eliminar todo rastro del estilo científico de gerencia, basado en baja confianza y baja discreción. Para que un proyecto y, en general, cualquier emprendimiento dentro de la organización sea sostenible, la gerencia debe centrarse en una combinación alta confianza/alta discreción, concretamente, se debe lograr: fomentar el trabajo en equipo en todas sus formas y a lo largo de toda la organización con una mentalidad de mejora continua, grupos auto-dirigidos, empoderamiento y la participación de empleados en la toma de decisiones [17].

⁹ Gerencia Radical: El concepto en relaciones industriales está basado en oponerse a intereses de las clases, es decir, administradores y empleados trabajan por objetivos no compatibles.

¹⁰ Gerencia Pluralista: Se reconocen los “derechos” de individuos y grupos. Los acuerdos entre gerencia y empleados se hacen mediante grupos sindicales.

¹¹ Gerencia Unitaria: Esta enfatiza la necesidad del trabajo en equipo y la alineación estratégica de metas para todos los niveles de la organización.

En la categoría de políticas, se exponen ciertas prácticas que suelen rivalizar con los conceptos de TQM en diversas áreas de la empresa:

- Recursos Humanos: la principal política con cualquier programa que tenga como base el trabajo en equipo es el sistema individual de recompensas promocionado por el departamento de recursos humanos. Adicionalmente, el nivel de salarios relacionado al tipo de trabajo realizado, la falta de transparencia en los salarios en toda la organización, discriminación percibida relativa al esfuerzo y recompensa recibidos, falta de consistencia en la aplicación de sistemas de evaluación y discriminación entre empleados de planta y los de oficinas en cuestiones de ausencias por enfermedad son consideradas barreras importantes a la sostenibilidad de mejoras dentro de una compañía.

En otros aspectos relativos a recursos humanos, se mencionan las políticas financieras que se aplican por favorecer a los inversionistas en el corto plazo, éstas impiden a los administradores seguir con los controles y mejoras implementadas que serán ganancia para todos a largo plazo. Dos limitantes importantes que se manifiestan en las políticas financieras de las empresas son: limitar el trabajo realizado durante los mantenimientos y evitar invertir recursos en medir la satisfacción del cliente por reducir costos [17].

- Producción: La prisa por alcanzar cantidades de producción requeridas, lleva a los mandos medios a tomar medidas como el incremento de la velocidad en las máquinas y ser menos estrictos con los controles de calidad del producto. Según el estudio mencionado, estas situaciones transmiten el mensaje de que el tiempo y esfuerzo extra que los equipos de calidad hacen en cada proyecto no es tomado con seriedad dentro de la compañía [17].

La estructura organizacional de una empresa se define como: “El patrón de relaciones establecido entre los componentes que forman parte de una organización, destacando los patrones de comunicación, control y autoridad”¹²

- Posicionamiento de la función de calidad: La manera en que el personal percibe las funciones del departamento de calidad es crítico para la sostenibilidad del programa de mejora. Para asegurar un propicio donde se puedan implementar este tipo de programas, la compañía debe asegurarse de que cada persona: toma responsabilidad por el aseguramiento de la calidad, persigue la mejora continua en todas sus actividades diarias, y reorienta sus acciones junto con los

¹² Wilson y Rosenfield (1990)

requerimientos de su cliente. Una barrera muy común es que el departamento de calidad retenga mucha responsabilidad por la mejora continua, lo que ocasiona que el personal piense que la calidad y la mejora no están entre sus funciones dentro de la empresa.

- Cambio de límites: Este factor consiste en eliminar las barreras físicas y mentales entre los colaboradores de diversas áreas de la empresa. Creando equipos multidisciplinarios se logra incluso agilizar los procesos que se detienen por la falta de simpatía entre compañeros.
- Comunicación: Este aspecto se convierte en una barrera cuando no se esparcen los objetivos a lo largo de la organización de forma clara.
- Flexibilidad: Dependiendo del tipo de empresa, es importante poseer colaboradores calificados como poli-funcionales, con el avance de la tecnología, una persona que realiza una actividad repetitiva puede reemplazarse por una máquina en el corto plazo, así que la empresa debe enfocarse en desarrollar gente que evolucione junto con el negocio [17].

- Supervisión: Se refiere a las limitaciones de la estructura tradicional de rol de supervisión, se debe transformar en un equipo de trabajo con un líder a cargo [17].
- El proceso de cambio se refiere al entrenamiento, acompañamiento y desarrollo de los empleados, así como al cambio en estilo de gerencia y la adopción de nuevas prácticas de trabajo. Para que el proceso sea efectivo se necesita crear un ambiente donde los empleados se sientan motivados a mejorar continuamente.
- Mejora de la infraestructura: se refiere a la preparación del comité de calidad, coordinadores y facilitadores del programa.
- Educación y entrenamiento: Considera si el entrenamiento es el apropiado según las necesidades del individuo y la organización. Incluye el diseño, la implementación y la evaluación del programa.
- Equipos y trabajo en equipo: Las barreras que podrían echar abajo un programa de mejora yacen en este punto, el hecho de aceptar las mejoras propuestas pero no implementarlas junto con la ausencia de

retroalimentación o respuesta alguna de parte de la gerencia ante el trabajo realizado por los equipos de mejora, destruye por completo el programa de calidad.

- **Procesos:** Los procesos pueden ser una barrera en tres casos: la falta de ellos, documentación que no representa los objetivos de compañía y la falta de habilidad de la gente para seguir procesos.
- **Sistema de administración de calidad:** Debe medir la efectividad del programa, se debe analizar si las técnicas y herramientas se están utilizando en forma sistemática y son bien comprendidas por quienes las aplican.
- **Confianza en la gerencia:** Los motivos que podrían generar falta de confianza en la gerencia son: iniciativas previas de mejora fracasadas, proyectos abandonados, acciones que no representan las promesas, cambios en la administración y confusión en prioridades [17].

2.4.2 Sostenibilidad en Proyectos DMAIC

Pande, Neuman y Cavanagh, en su libro *The Six Sigma Way* aseveran que *“La pregunta que confronta a los líderes y administradores del nuevo milenio, no es ¿Cómo alcanzamos el éxito? Sino ¿Cómo nos mantenemos exitosos?”*[18]. Para responderla se exponen las prácticas bajo la metodología DMAIC que han aplicado tres empresas reconocidas a nivel mundial como casos exitosos y sostenibles en este campo: Motorola, General Electric y AlliedSignal, mejor conocida como Honeywell.

Una consideración común para los tres casos exitosos y sostenibles de la metodología mencionados anteriormente es que la implementación del programa seis sigma no debe ser visto como un simple método o estrategia de calidad, sino como un sistema flexible para la mejora del liderazgo dentro de la empresa y el desempeño operacional. Adicionalmente, es importante que las compañías estén convencidas de que las grandes ganancias que el programa puede proveer son tan importantes como el rol que la metodología desempeñe en la construcción de nuevas estructuras y prácticas para contribuir al éxito sostenible [18].

En el caso de General Electric (GE), los autores describen la forma en que desde el lanzamiento de seis sigma en la empresa (1995), Jack Welch ha presionado a sus colaboradores de altos mandos para convertirse en verdaderos creyentes de la metodología y atribuyen a este factor junto con el énfasis en el cliente, la base de su éxito [18].

El éxito financiero global de GE es simplemente la recopilación de varios esfuerzos individuales exitosos. Para lograr los resultados deseados, existen dos acciones concretas, según los autores, que están asociadas a su éxito: Compromiso apasionado con esfuerzo y que el entrenamiento se ha extendido mucho más allá de black belts y equipos de trabajo, se ha pretendido entrenar a toda la organización [18].

Como práctica final se expone que el origen de los proyectos DMAIC en GE ocurre fuera de la organización, enfocándose en responder las preguntas: “¿Cómo podemos hacer a nuestro cliente más competitivo? Y ¿Qué es crítico para que nuestro cliente sea exitoso?”¹³

¹³ Pande, Neuman y Cavanagh, 2000, The Six Sigma Way, Capítulo 1, pg: 6.

En Motorola, Seis Sigma es percibido como “una forma de comportamiento” porque ha aplicado la metodología con el objetivo de transformar el negocio. La comunicación, entrenamiento, liderazgo, medición y enfoque a clientes han sido los pilares de la transformación [18].

La base del éxito de la metodología dentro de la empresa ha sido el apoyo de la alta gerencia que se ha encargado de vigilar de cerca el despliegue de los objetivos seis sigma a través de todos los colaboradores. Dichos objetivos, lejos de ser de tipo lírico, deben ser concretos y medibles.

En Motorola, los objetivos son importantes pero se presta mucha más atención a la “Tasa de Crecimiento”. Por ejemplo, en 1980, la empresa se fijó una meta de mejorar diez veces (10X) su desempeño anual durante cinco años, luego esa meta fue reducida a mejorar 10X cada dos años o su equivalente, 100X cada cuatro años. El hecho de tener una meta clara y sencilla de medir ha sido una de las claves de su éxito según Pande, Neuman y Cavanagh [18].

Finalmente, los autores insisten en que el resultado global de una empresa en la aplicación de seis sigma es el resultado de varios esfuerzos individuales.

AlliedSignal pudo ahorrar más de 600 millones de dólares en nueve años desde que se lanzara Seis Sigma como herramienta de mejora en 1990. Este éxito fue posible, gracias al esparcimiento de la metodología y entrenamiento de colaboradores a través de la organización.

Uno de sus directores una vez dijo que Seis Sigma ha cambiado la forma en que la organización piensa y se comunica, haciendo énfasis en que anteriormente ellos no solían hablar acerca de los procesos o los clientes y ahora estos temas son el asunto central de todas las reuniones.

Beneficios de Seis Sigma en Sostenibilidad.

- Crecimiento Sostenible.

Existe la creencia de que seis sigma solo es rentable para compañías que tienen problemas de calidad o clientes insatisfechos. Según, Pande, Neuman y Cavanagh, seis sigma debe ir más allá de resolver problemas, debe llevarse la metodología a estar preparados para el futuro [18].

Jhon Chambers, CEO de Cisco Systems, una de las empresas de mayor crecimiento en la década de los 90s dijo que una vez que las empresas llegan a la cima empieza el miedo por el declive natural que se aproxima. La única manera de permanecer fuertemente posicionados en el mercado cambiante es la innovación constante. Seis Sigma crea la habilidad y la cultura para el constante “nacimiento” [18].

- Metas Claras.

Uno de los beneficios importantes de la metodología es que utiliza el contexto común del negocio (bajo el que todos los colaboradores están acostumbrados a trabajar) para crear una meta concreta. Por ejemplo, todos los colaboradores tienen clientes (internos o externos), es decir, que una vez que entiende los requerimientos de sus clientes cada colaborador puede medir su desempeño con respecto a esos requerimientos [18].

- Resalta el valor para el cliente.

Las características que el cliente considera valiosas de los productos de la compañía son el corazón del aprendizaje de seis sigma, a partir de ellas se debe diseñar un sistema de calidad que permita entregarlas al cliente de manera rentable [18].

- Promueve el aprendizaje y el cruce de talentos.

A pesar de que el concepto de “Organización que aprende” es muy antiguo y parece sencillo, en la realidad es muy difícil llevar el aprendizaje todos los días a una fábrica con tantos empleados. En casos exitosos (como el de General Electric) se ha logrado que la formación de personas especialistas en manejar y mejorar procesos les permita cambiar colaboradores de área de negocio no solo con una pequeña curva de aprendizaje, sino llevando consigo mejores ideas y la habilidad de implementarlas rápidamente además de crear cultura de evaluación de ideas objetivamente sin considerar prejuicios y costumbres de trabajo [18].

Seis Lemas de Seis Sigma.

a. Enfoque genuino en el cliente.

Para Seis Sigma el enfoque en el cliente es prioridad, la etapa de medición empieza con clarificar los requerimientos del cliente y las mejoras son seleccionadas por el impacto que tendrán en la satisfacción del cliente. Se trata de responder ¿Cómo? y ¿Por Qué? el negocio puede definir por lo que el cliente está dispuesto a pagar y estar en la cima del desarrollo para necesidades insatisfechas de los clientes [18].

b. Administración basada en hechos e información.

Seis Sigma lleva el concepto común de “Administración basada en hechos” a un nivel más poderoso. La disciplina empieza por clarificar los métricos claves para medir el desempeño del negocio. De forma más práctica, Seis Sigma ayuda a responder dos preguntas a los administradores: ¿Qué datos/información realmente se necesita? Y ¿Cómo se usan esos datos/información para un máximo beneficio? [18].

c. Enfoque en procesos: Administración y Mejora.

Seis Sigma ve la administración de procesos no solo como un mal necesario, sino una forma de entregar valor agregado a los clientes. Principalmente en empresas de servicios, donde se cree que los procesos son como son y las

oportunidades de mejora son mínimas, hay muchas actividades con millones de dólares atadas a ellas [18].

d. Administración Proactiva.

Ser proactivo significa actuar antes de que ocurran los hechos, lo opuesto es ser reactivo. En cuestión de administración es crear prácticas fuera de los conceptos obsoletos. Por ejemplo, establecimiento de metas ambiciosas y real revisión periódica, enfoque en prevención de problemas en lugar de apagar incendios. La proactividad se debe ver como el punto de inicio de la creatividad y el cambio efectivo en la organización [18].

e. Colaboración sin fronteras.

Este tema ha sido uno de los mantras de Jack Welch para el éxito del negocio. La práctica de derribar fronteras entre departamentos, además de incentivar el trabajo en equipo permite que se agilicen los procesos y la toma de decisiones asombrosamente, lo que provee a la empresa de beneficios financieros considerables. Mediante el entendimiento de las verdaderas necesidades del usuario y el flujo de trabajo a través de la cadena de suministro, un equipo interdisciplinario puede trabajar bajo la única meta clave en una organización: Proveer valor a los clientes [18].

f. Búsqueda de perfección, tolerancia a la falla.

Lejos de ser contradictorio, la tolerancia a los errores y la búsqueda de perfección son complementarias. Ninguna compañía se acercará a seis sigma sin lanzar ideas innovadoras (que siempre implican un riesgo) para mejorar el desempeño operacional, la calidad del servicio, el tiempo de entrega, etc. Si se perciben consecuencias malas en la aplicación de nuevas ideas (que contra todo pronóstico no fueron exitosas) dentro de la compañía, el resultado será que la gente estará muy asustada para pensar [18].

2.5 Modelo PAF

Este modelo para análisis de costos de calidad fue introducido por Feigenbaum en 1974. Este modelo supone que existen tres categorías en las que se pueden ubicar los costos relativos a los cambios en la calidad: Prevención, Evaluación y Falla (PAF por sus siglas en inglés; Prevention, Appraisal and Failure). La British Standards Institution en su documento BS 6143: "Guía de la economía de la calidad Parte 2: Modelo de Prevención, evaluación y fallos" establece las actividades pertenecientes a cada categoría como sigue: [19].

Prevención:

- Planeación de calidad
- Diseño del sistema de calidad.
- Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad.
- Mantenimiento preventivo
- Desarrollo de proveedores.
- Administración de procedimientos de calidad (ej. ISO 9001).
- Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos.
- Medición de la satisfacción de clientes durante el proceso.

Evaluación:

- Pruebas e inspecciones a materiales de proveedores.
- Pruebas e inspecciones a procesos de servicios internos.
- Medición de la satisfacción del cliente después del proceso.
- Auditorías de calidad.

Falla:

Interna

- Desperdicio de materiales, bienes y servicios

- Retrabajo/ pruebas repetidas.
- Capacidad reducida/ rendimiento/ incremento de paras.
- Reprogramación
- Atrasos en servicios.
- Interrupción a los procesos de servicio.
- Enfoque en la solución de problemas de no mejora.

Externa

- Costos de garantía y servicio.
- Responsabilidad sobre producto/ Costos de litigio.
- Administración de quejas.
- Pérdida de Buena voluntad del cliente.
- Molestias a otros clientes.

Rodin y Beruvides (2012) utilizaron el modelo PAF para la evaluación de proyectos Seis Sigma en proveedores para el gobierno de Estados Unidos de América. Además de las categorías tradicionales ellos añadieron el Costo de Oportunidad (CO) a la ecuación del Costo de Calidad. Siendo este el costo de proyectos cancelados. [4].

$$\textit{Costo de Calidad} = P + E + F + CO$$

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este trabajo final de graduación es el establecimiento de factores claves asociados a la sostenibilidad en proyectos seis sigma en la empresa VIVESANO S.A., lo que guía al investigador a plantear preguntas tipo: ¿Cómo? y ¿Por Qué?. Según Yin [20], este tipo de preguntas son apropiadas para investigaciones de tipo explicativas que están ligadas al uso de casos de estudio, experimentos, e información histórica como estrategias de investigación. Adicionalmente, el autor plantea que para seleccionar la estrategia de investigación se deben tener en cuenta dos factores además del tipo de pregunta: El control que tiene el investigador sobre los eventos y el enfoque en eventos contemporáneos. En la Tabla 6 se muestra qué estrategia de investigación es apropiada para cada caso.

De acuerdo con la información proporcionada por la Tabla 6, se descarta el uso de experimentos porque la investigación no tiene control sobre los eventos, así como se descarta análisis histórico porque el estudio se enfoca en eventos contemporáneos. Por lo tanto, se usará caso de estudio como estrategia de investigación.

TABLA 6
SITUACIONES RELEVANTES PARA DIFERENTES ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

ESTRATEGIA	TIPO DE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	¿REQUIERE CONTROL DE EVENTOS?	¿SE ENFOCA EN EVENTOS CONTEMPORÁNEOS?
Experimento	¿Cómo, Por Qué?	Si	Si
Encuesta	¿Quién, Qué, Dónde, Cuánto?	No	Si
Análisis de Archivo	¿Quién, Qué, Dónde, Cuánto?	No	Si/No
Histórico	¿Cómo, Por Qué?	No	No
Caso de Estudio	¿Cómo, Por Qué?	No	Si

Siguiendo la estructura de Yin (1989) para la elaboración de casos de estudio, se plantearon las preguntas de investigación soportadas en las proposiciones teóricas de estudios pasados relativos al tema, se definieron las unidades de análisis seguido de la vinculación de los datos a las proposiciones teóricas y por último, se establecieron los criterios para la interpretación de datos [20].

3.1 Preguntas de Investigación

- a. ¿Cómo han influido cada uno de los factores críticos para el éxito y las barreras en la sostenibilidad de proyectos DMAIC?
- b. ¿Cuáles son los factores críticos para la sostenibilidad en proyectos DMAIC?

- c. ¿Por qué puede un proyecto exitoso en implementación no ser sostenible?
- d. ¿Cómo se mantienen las ganancias obtenidas?

3.2 Proposiciones Teóricas

Para responder a la primera pregunta de investigación se diseñará una investigación exploratoria usando la herramienta de entrevista personal con dos expertos Black Belts de la industria y cada uno de los Green Belts de la compañía objeto de este estudio. Las proposiciones teóricas utilizadas para el desarrollo de la estructura de la entrevista se obtuvieron de los autores Banuelas – Anthony [3] y Goh [15]. Se detallan a continuación:

- Involucramiento y compromiso de la gerencia
- Cambio cultural
- Comunicación
- Infraestructura organizacional
- Entrenamiento
- Vínculo de seis sigma con la estrategia de negocios
- Vínculo de seis sigma con el cliente, recursos humanos y proveedores

- Entendimiento de herramientas y técnicas propias de seis sigma.
- Habilidades en manejo de proyectos
- Priorización y selección de proyectos.

La explicación de cada factor se encuentra detallada en el marco teórico del presente estudio.

Para responder a la segunda y tercera pregunta se hará una prueba de hipótesis para determinar cuáles de los proyectos que participan en el estudio son estadísticamente sostenibles, luego se hará una investigación exploratoria mediante entrevistas con los Green Belts para determinar los factores críticos que influyeron en la sostenibilidad de cada proyecto. El desarrollo del cuestionario y la estructura de la entrevista estarán soportadas en las proposiciones teóricas obtenidas de los autores Pande, Neuman y Cavanagh [18] y Dale, Boaden, Wilcox, Mc Quarter [17] que se detallan a continuación:

- Crecimiento Sostenible.
- Metas Claras.
- Resalta el valor para el cliente.

- Promueve el aprendizaje y el cruce de talentos.
- Enfoque genuino en el cliente.
- Administración basada en hechos e información.
- Enfoque en procesos: Administración y Mejora.
- Administración Proactiva.
- Colaboración sin fronteras.
- Búsqueda de perfección, tolerancia a la falla.

El detalle del significado y enfoque de las proposiciones teóricas se podrán encontrar en el marco teórico del presente estudio.

En la Tabla 5 (también mostrada en el marco teórico) se clasifican las barreras para la sostenibilidad en proyectos de mejora.

TABLA 5
TQM: CATEGORÍAS Y SUS BARRERAS.

AMBIENTE INTERNO/EXTERNO	ESTILO DE GERENCIA	POLÍTICAS	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	PROCESO DE CAMBIO
<i>Ambiente Externo</i>	Relaciones industriales	<i>Políticas que rivalizan con TQM</i>	Posición de la función de calidad	Mejora de la infraestructura
Competidores	Relación administrador / empleado	Administración de recursos humanos	Barreras departamentales, funcionales.	Educación y entrenamiento
Reclutamiento, desarrollo y retención de empleados		Financiera	Comunicación	Equipos y trabajo en equipo
<i>Ambiente Interno</i>		Mantenimiento	Flexibilidad laboral y cumplimiento	Procesos
Enfoque al cliente		Manufactura	Estructura de supervisión	Sistema de administración de calidad
Inversión				Herramientas y técnicas de administración de calidad
Factor "miedo"				Confianza en la gerencia

Para el análisis costo/beneficio se utilizarán las categorías determinadas por la British Standards Institution en su documento: BS "Guía de la economía de la calidad Parte 2: Modelo de Prevención, evaluación y fallos" [19].

Prevención:

- Planeación de calidad

- Diseño del sistema de calidad.
- Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad.
- Mantenimiento preventivo
- Desarrollo de proveedores.
- Administración de procedimientos de calidad (ej. ISO 9001).
- Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos.
- Medición de la satisfacción de clientes durante el proceso.

Evaluación:

- Pruebas e inspecciones a materiales de proveedores.
- Pruebas e inspecciones a procesos de servicios internos.
- Medición de la satisfacción del cliente después del proceso.
- Auditorías de calidad.

Falla:

Interna

- Desperdicio de materiales, bienes y servicios
- Retrabajo/ pruebas repetidas.
- Capacidad reducida/ rendimiento/ incremento de paras.
- Reprogramación
- Atrasos en servicios.

- Interrupción a los procesos de servicio.
- Enfoque en la solución de problemas de no mejora.

Externa

- Costos de garantía y servicio.
- Responsabilidad sobre producto/ Costos de litigio.
- Administración de quejas.
- Pérdida de Buena voluntad del cliente.
- Molestias a otros clientes.

El costo de oportunidad en todos los casos objetos de este estudio no será aplicado, debido a que dado que la muestra busca medir la sostenibilidad de los proyectos, se entiende que todos fueron finalizados.

Finalmente para responder a la cuarta pregunta de investigación, se hará un análisis del costo/beneficio que el programa seis sigma tiene la organización usando el modelo PAF [4].

- Unidad de Análisis

Se definió como unidad de análisis cada proyecto finalizado de los que han sido liderados por Green Belts certificados de la compañía VIVESANO hasta la fecha, debido a que el objetivo de este estudio es determinar factores claves para la sostenibilidad en proyectos [3].

3.3 Vinculación lógica de los Datos a las Proposiciones Teóricas.

Como se mencionó en el literal anterior, se necesitan estructurar los métodos para recolección de información con el objetivo de evitar sesgos en el análisis de cada unidad. Por esta razón se han establecido los formatos y estructuras de discusión que se muestran a continuación. Cada uno de los formatos está ligado a una pregunta de investigación.

Pregunta de investigación:

- a. ¿Cómo han influido cada uno de los factores críticos para el éxito y las barreras en la sostenibilidad de proyectos DMAIC?

Para contestar a esta pregunta se ha definido la siguiente estructura de discusión.

- ¿De qué manera se asegura la sostenibilidad de las mejoras de los proyectos DMAIC?
- Quién es el responsable de continuar con los controles sobre las mejoras de los proyectos?
- ¿Qué Factores de éxito y barreras de las mencionadas por el investigador influyeron en la sostenibilidad de sus proyectos?
- Discusión abierta acerca de factores específicos de cada proyecto.

Pregunta de investigación:

- b. ¿Cuáles son los factores críticos para la sostenibilidad en proyectos DMAIC?
- c. ¿Por qué puede un proyecto exitoso en implementación no ser sostenible?

Se ha agrupado este par de preguntas porque el primer estudio que se hará para responderlas involucra a ambas. Se realizará una prueba de hipótesis con los indicadores de cada proyecto. La prueba consistirá en tomar la información histórica mensual a partir de la finalización del proyecto hasta el mes de Agosto del 2013 de cada indicador que fue establecido en la fase de control para cada uno de los proyectos que forman parte del estudio. Con esta información se pretende clasificarlos en dos categorías: Sostenibles y No sostenibles.

El siguiente paso es conducir una sesión de entrevistas con los Green Belts con la finalidad de determinar cuáles fueron los factores que influyeron en la sostenibilidad tanto para proyectos sostenibles como para los no sostenibles. Se presentará a cada entrevistado el listado de 32 factores que se muestra en la Tabla 7, de los cuales el Green Belt deberá escoger los factores relevantes a su proyecto para profundizar en el tema. La estructura de discusión se detalla a continuación:

- ¿Cómo es el proceso de control para la sostenibilidad de su proyecto?
- ¿Cuáles de los siguientes factores considera han influido en la sostenibilidad de su proyecto DMAIC? ¿Por Qué? Explique cada uno.
- ¿Por qué fueron sostenibles/no sostenibles las mejoras implementadas durante el proyecto? Explique.
- Discusión abierta sobre puntos de interés que surjan durante la entrevista.

TABLA 7
POSIBLES FACTORES PARA LA SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS
DMAIC

COMPROMISO DE LA GERENCIA

- 1 Revisión semanal del programa seis sigma
- 2 Revisión mensual del programa seis sigma
- 3 Monitoreo semanal de avances de proyectos en marcha mediante reportes.
- 4 Visitas a áreas operativas para verificar el nivel de involucramiento
- 5 Presentación de avances y resultados a la dirección en cada reunión
- 6 Participación de la gerencia en el proceso de administración del programa

CAMBIO CULTURAL

- 7 Realización de proyectos DMAIC por parte de la gerencia.
- 8 *Factores de resistencia*
 - Técnica
 - Política
 - Individual
 - Organizacional
- 9 Aumento y sostenibilidad de canales de comunicación
- 10 Apertura para que los empleados puedan dar feedback sobre el programa
- 11 Posibilidad de delegar funciones
- 12 Empoderamiento a los colaboradores para que puedan tomar sus propias decisiones

COMUNICACIÓN

- 13 Publicación de resultados, no solo los buenos.
- 14 Campaña que destaque el cambio de pensamiento de la gerencia.

INFRAESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

- 15 Personal con habilidades de comunicación.
- 16 Enfoque de largo plazo
- 17 Estrategia de trabajo en equipo
- 18 Recursos suficientes para invertir en seis sigma
- 19 Involucramiento en proyectos más ambiciosos a medida que el programa toma fuerza en la compañía

ENTRENAMIENTO

- 20 Comunicación inmediata del ¿Por Qué? y ¿Cómo? al personal.
- 21 Aplicación del sistema belt desde la alta directiva g¿hacia abajo en la escala jerárquica
- 22 Asignación de rol de agente de cambio a los belts

- 23 Complemento de seis sigma con otras filosofías que convierten a la compañía en una organización que aprende

VINCULO DE SEIS SIGMA CON LA ESTRATEGIA DE NEGOCIOS

- 24 Identificación clara en cada proyecto del vínculo en los objetivos estratégicos de la empresa y la mejora planteada.

- 25 Cálculo del ahorro traducido a moneda

VINCULO DE SEIS SIGMA CON EL CLIENTE.

- 26 Identificación de las características críticas para la calidad (CTQs)

VINCULO DE SEIS SIGMA CON RECURSOS HUMANOS

- 27 Internalización de la metas de seis sigma con los colaboradores

- 28 Enlace del sistema de compensaciones de la gerencia al cumplimiento de metas seis sigma.

VINCULO DE SEIS SIGMA A PROVEEDORES.

- 29 Desarrollo de alianzas estratégicas con pocos proveedores para asegurar la reducción de variación}

ENTENDIMIENTO DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS SEIS SIGMA

En casos especiales es necesario brindar cursos rápidos de repaso y

- 30 actualización para asegurar el seguimiento a proyectos dentro de la empresa.

HABILIDADES EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.

- 31 Preparación de agendas y cronogramas

- 32 Definición de responsabilidades y comunicación de roles a los miembros del equipo.

Pregunta de investigación:

d. ¿Cómo se mantienen las ganancias obtenidas?

Esta pregunta de investigación se responderá mediante un análisis costo/beneficio a los proyectos Seis Sigma objeto de este estudio. La metodología utilizada para calcular los costos será similar a la publicada por Rodin y Beruvides (2012), en la que se añade el costo de oportunidad al modelo tradicional PAF [4].

De la lista de actividades correspondientes a las 3 categorías de costos de calidad del modelo PAF se extraerán los aplicables a los proyectos de la organización y se establecerá un porcentaje destinado a cada uno de los costos de la ecuación de costo de calidad:

$$\textit{Costo de Calidad} = P + E + F + CO$$

Costos Aplicables a la Investigación

Prevención: Se ha determinado que los costos de prevención aplicables a los proyectos Seis Sigma en la empresa son los de planeación, entrenamiento y tiempo destinado a solución de problemas [19].

- Planeación de calidad: Se tomará como planeación de calidad, las actividades, reuniones y actividades enfocadas al desarrollo del calendario o agenda DMAIC.

- Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad: En esta categoría se incluirán los costos del entrenamiento formal y sesiones de coaching proveído por los Black Belts, así como el costo de transferencia de conocimientos al equipo de trabajo por parte de los líderes de equipo.
- Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos: este costo significa el tiempo que por lo general toman las fases de análisis y mejora dentro de los proyectos analizados.

Evaluación:

- Pruebas e inspecciones a materiales de proveedores: Este costo abarca todas las pruebas e inspecciones (incluidos los gastos por viajes a otras localidades) puntuales que deben ser llevadas a cabo durante las fases de medición y análisis, además de los cambios en infraestructura en caso de ser requeridos en la parte de mejora.

Falla:

Interna

- Desperdicio de materiales, bienes y servicios: Este costo abarca todas las actividades que se hayan realizado durante el proyecto que finalmente no hayan contribuido a cumplir el objetivo.
- Retrabajo/ pruebas repetidas: En caso de que se haya tenido que repetir pruebas o inspecciones en alguna fase del proyecto, se aplicará este costo a todas las veces que se hizo la actividad a excepción de la que finalmente fue de utilidad al propósito del proyecto.

No se considera que exista ningún costo de falla externa debido a que los proyectos se entregan al usuario una vez que se comprueba su correcto funcionamiento durante el periodo de prueba y es a nivel interno de la organización.

Los beneficios obtenidos se estimarán con base en los ahorros que cada uno de los proyectos generaron para la organización. Finalmente, se hará una relación costo beneficio para estimar el impacto económico que el programa ha tenido en la organización.

El cálculo de la relación costo – beneficio se hará con la siguiente fórmula: [21].

$$Cantidad\ de\ dólares\ ganados\ por\ cada\ dólar\ invertido = \frac{Beneficios}{Costos}$$

3.4 Criterios para la Interpretación de Datos

Se utilizará el criterio de Valor P para evaluar la sostenibilidad de cada proyecto en los resultados de las pruebas de hipótesis. Para analizar las entrevistas, se utilizará la técnica Q-Sort, método de conteo de palabras, oraciones e ideas dentro de categorías de respuesta. Se empezará por crear un código de tipo inductivo a partir de las entrevistas documentadas mediante grabaciones, el mismo que servirá de método de clasificación para agrupar la información en categorías. El segundo paso es el conteo de ideas en las categorías existentes. El tercer paso es el desarrollo de conexiones entre las categorías de las diferentes unidades de análisis, en esta fase también se pretenderá priorizar mediante un análisis de Pareto las categorías con el objetivo de reducir su número y descubrir las que son realmente influyentes. Finalmente, se generará una teoría acerca de los factores claves y barreras para la sostenibilidad de proyectos DMAIC como conclusión del estudio.

Para la segunda parte del estudio, el análisis económico, se utilizará el análisis costo/beneficio para estimar el impacto que los proyectos han tenido hasta la actualidad en la organización.

CAPÍTULO 4

4. RECOLECCIÓN DE DATOS.

Como se expuso anteriormente, el primer paso de esta investigación es hacer las pruebas de hipótesis para clasificar los proyectos objeto de este estudio en sostenibles y no sostenibles. A continuación se muestra una breve descripción de cada unidad de análisis y el indicador que servirá de criterio para el análisis de sostenibilidad de cada proyecto.

4.1 Descripción de Proyectos.

Proyecto 1

Nombre del Proyecto: Reducir el 20% del porcentaje de Rechazos de mercadería vendida en la zona del guayas con motivos Failure (Canales Distribuidores y Mayoristas), a partir de Junio del 2012.

Descripción: En el 2011 se evidenciaron gastos provocados por no cumplirse la venta efectiva, debido a los rechazos ocasionados en el punto de entrega. Dichos gastos representan el 1.8% de la venta 2011 (\$970.280 aprox. al año).

Al final del primer año de implementación del proyecto, este produjo un ahorro de \$160426,95.

Objetivo: Reducir el 20% (aproximadamente \$70364,00) de esos gastos por falla en la zona Guayas a partir de junio del 2012.

El análisis de sostenibilidad de este proyecto se hará con el indicador: “Porcentaje mensual de rechazos en zona Guayas”. Se han recolectados los datos desde la finalización del proyecto (Mayo del 2012) hasta Diciembre del 2012. El target para este indicador es 0,78%.

La información recolectada se muestra a continuación:

PROYECTO: REDUCCIÓN DEL 20% EN RECHAZOS EN VENTAS DE ZONA GUAYAS

KPI: % DE RECHAZOS EN ZONA GUAYAS.

TARGET: 0,78%

FECHA	KPI	TARGET
may-12	0,24%	0,78%
jun-12	0,27%	0,78%
jul-12	0,34%	0,78%
ago-12	0,63%	0,78%
sep-12	0,63%	0,78%
oct-12	0,80%	0,78%
nov-12	0,40%	0,78%
dic-12	0,40%	0,78%

Proyecto 2

POR LOS FLETES EN LA RUTA CENTRO DE
DISTRIBUCIÓN GUAYAQUIL – CLIENTES DEL
AUSTRO.

KPI: % DE UTILIZACIÓN DEL TRANSPORTE ZONA
AUSTRO

TARGET: 75%

FECHA	KPI	TARGET
ene-12	66%	75%
feb-12	44%	75%
mar-12	74%	75%
abr-12	78%	75%
may-12	75%	75%
jun-12	70%	75%
jul-12	52%	75%
ago-12	70%	75%
sep-12	73%	75%
oct-12	78%	75%
nov-12	85%	75%
dic-12	72%	75%
ene-13	75%	75%

Proyecto 3

Nombre del Proyecto: Reducción de costos de procesos relacionados con Material Handling, en un 25% en el negocio Purina, versus histórico acumulado Enero – Agosto 2011.

Descripción: Los costos de los procesos relacionados con Material Handling (MH) (acondicionamiento, transporte, bad goods), en el negocio de Purina alcanzan 14.660 dólares/mes promedio. Dicho costo es un 25% mayor al presupuesto mensual; entre los meses de Enero – Agosto 2011 en el negocio.

Como resultado del proyecto se obtuvo un ahorro total de \$40000 dólares de ahorro directo al final del primer año de implementación.

Objetivo: Mantener el costo mensual de MH debajo de \$10950 (Diez mil novecientos cincuenta dólares) a partir de octubre del 2012.

El análisis de sostenibilidad de este proyecto se llevará a cabo con el indicador: “Costo mensual de MH”. Se han recolectado datos desde octubre del 2012 hasta septiembre del 2013. El target del indicador es \$10950.

La información recolectada se muestra a continuación:

PROYECTO: REDUCCIÓN DE COSTOS DE PROCESOS
RELACIONADOS CON MATERIAL HANDLING, EN
UN 25% EN EL NEGOCIO PURINA, VERSUS
HISTÓRICO ACUMULADO ENERO – AGOSTO 2011

KPI: COSTO MENSUAL DE MH

TARGET: \$ 10.950

FECHA	KPI	TARGET
oct-12	\$ 5268.35	\$ 10.950
nov-12	\$ 9926.81	\$ 10.950
dic-12	\$ 10453.20	\$ 10.950
ene-13	\$ 9813.57	\$ 10.950
feb-13	\$ 8424.58	\$ 10.950
mar-13	\$ 8575.81	\$ 10.950
abr-13	\$ 6320.52	\$ 10.950
may-13	\$ 7259.50	\$ 10.950
jun-13	\$ 8196.64	\$ 10.950
jul-13	\$ 10591.67	\$ 10.950
ago-13	\$ 7895.56	\$ 10.950
sep-13	\$ 6242.35	\$ 10.950

Proyecto 4

Nombre del Proyecto: Reducción del 50% de polvillo metálico en polvo
de cacao en la línea de semi-elaborados.

Descripción: Se tenía un promedio de 0,012 g de polvillo metálico en 500 g de Polvo. La referencia era de 0,006 g de polvillo metálico en 500 g de polvo como valor máximo.

El proyecto tuvo como resultado final luego del primer año de implementación un ahorro de \$26436.

Objetivo: Lograr 0,006 g por cada 500g de polvillo metálico en polvos de cacao en línea de semi-elaborados.

El análisis de sostenibilidad de este proyecto se llevará a cabo con el indicador: “gramos de polvillo metálico en 500 gr. De polvo de cacao”. Se han recolectado datos de enero a diciembre del 2010. La información se muestra a continuación:

PROYECTO:	REDUCCIÓN DEL 50% DE POLVILLO METÁLICO EN 500 GR. DE POLVO DE CACAO. GRAMOS DE POLVILLO METÁLICO EN 500 GR.
KPI:	DE POLVO DE CACAO.
TARGET:	0,006 GR

FECHA	KPI	TARGET
ene-10	0,006	0,006
feb-10	0,006	0,006
mar-10	0,0064	0,006
abr-10	0,0093	0,006
may-10	0,0116	0,006
jun-10	0,007	0,006
jul-10	0,0078	0,006
ago-10	0,007	0,006
sep-10	0,006	0,006
oct-10	0,0006	0,006
nov-10	0,0068	0,006
dic-10	0,006	0,006

Proyecto 5

Nombre del Proyecto: Reducción de sobredosificación en galletas 67 gr.

De 5.1% a 1.7%

Descripción: Durante el año 2010 el porcentaje de sobredosificación en galletas de presentación 54 gr. La situación empeoró cuando se cambió la presentación a 67 gr. En ocasiones el peso efectivo alcanzó los 73 gr. El proyecto tuvo como resultado final luego del primer año de implementación un ahorro de \$ 68768.86

Objetivo: Reducir el indicador de sobredosificación en galletas de 67 gr.

De 5.1% a 1.7% que es el valor de especificación.

PROYECTO: REDUCCIÓN DE LA SOBREDOSIFICACIÓN EN
GALLETAS PRESENTACIÓN 67 gr..

PORCENTAJE DE SOBREDOSIFICACIÓN EN

KPI: GALLETAS 67 gr.

TARGET: 1.7%

<i>FECHA</i>	<i>KPI</i>	<i>TARGET</i>
ene-12	1.70	1.70
feb-12	1.70	1.71
mar-12	1.70	1.70
abr-12	1.70	1.72
may-12	1.70	172
jun-12	1.70	1.80
jul-12	1.70	1.78
ago-12	1.70	1.78
sep-12	1.70	1.79
oct-12	1.70	1.89
nov-12	1.70	1.89
dic-12	1.70	1.90

4.2 Clasificación de Proyectos en Sostenibles y No Sostenibles.

Como se definió en la fase de diseño, se plantearán pruebas de hipótesis con la información histórica recolectada versus el target de cada proyecto con el fin de clasificarlos en sostenibles y no sostenibles con base al valor P obtenido.

Pruebas de Hipótesis sobre la media

Debido a que en todos los casos el tamaño de la muestra es menor a 30 observaciones, es necesario validar el supuesto de que la muestra proviene de una población normal. Adicionalmente, se desconoce la varianza poblacional, por lo que deberá utilizarse el estadístico de prueba:

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

que tiene una distribución t con $n - 1$ grados de libertad. El nivel de confianza establecido para estas pruebas será de $1 - \alpha = 0.95$.

Proyecto 1

Ho: $\mu \leq 0.78\%$

Vs

H1: $\mu > 0.78\%$, $\alpha=0.05$

**TABLA 8
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE SOSTENIBILIDAD.
PROYECTO 1**

T de una muestra: KPI PROYECTO 1								
Prueba de mu = 0,0078 vs. > 0,0078								
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	95% Límite inferior	T	P	
KPI PROYECTO 1	8	0,004638	0,001998	0,000706	0,003299	-4,48	0,999	

Se concluye que el Proyecto 1 ha sido sostenible.

Proyecto 2Ho: $\mu \geq 75\%$

Vs

H1: $\mu < 75\%$, $\alpha=0.05$

**TABLA 9
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE SOSTENIBILIDAD.
PROYECTO 2.**

T de una muestra: KPI PROYECTO 2								
Prueba de $\mu = 0,75$ vs. $< 0,75$								
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior 95%	T	P	
KPI PROYECTO 2	13	0,7015	0,1098	0,0305	0,7558	-1,59	0,069	

Con base en la información analizada, no se puede concluir si el Proyecto 2 ha sido sostenible,

Proyecto 3Ho: $\mu \leq \$ 10950$

Vs

H1: $\mu > \$10950$, $\alpha=0.05$

**TABLA 10
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE SOSTENIBILIDAD.
PROYECTO 3.**

T de una muestra: KPI PROYECTO 3							
Prueba de $\mu = 10950$ vs. > 10950							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	95% Límite inferior	T	P
KPI PROYECTO 3	12	8247	1745	504	7343	-5,37	1,000

Se concluye que el Proyecto 3 ha sido sostenible.

Proyecto 4

Ho: $\mu \leq 0.006$ gr.

Vs

H1: $\mu > 0.006$ gr., $\alpha=0.05$

**TABLA 11
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE SOSTENIBILIDAD.
PROYECTO 4.**

T de una muestra: KPI PROYECTO 4							
Prueba de $\mu = 0,006$ vs. $> 0,006$							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	95% Límite inferior	T	P
KPI PROYECTO 4	12	0,006708	0,002548	0,000736	0,005387	0,96	0,178

Se concluye que el Proyecto 4 ha sido sostenible.

Proyecto 5

Ho: $\mu \leq 1.7 \%$.

Vs

H1: $\mu > 1.7 \%$., $\alpha=0.05$

**TABLA 12
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE SOSTENIBILIDAD.
PROYECTO 5.**

T de una muestra: KPI PROYECTO 5							
Prueba de $\mu = 1,7$ vs. $> 1,7$							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
KPI PROYECTO 5	12	1,7817	0,0763	0,0220	1,7421	3,71	0,002

Se concluye que el proyecto 5 no ha sido sostenible.

4.3 Resultados de Entrevistas con Green Belts.

Se realizaron las entrevistas a 5 Green Belts de la empresa objeto de este estudio siguiendo el formato de las entrevistas expuesto en el punto 3.3. En los anexos se encuentra la transcripción de las mismas. Los resultados se presentarán en una tabla codificados de manera inductiva.

Proyecto 1 y 2: Ambos proyectos fueron liderados por el mismo Green Belt.

CÓDIGO	PALABRAS DEL GREEN BELT
ORIGEN DE LOS PROYECTOS	Temas prioritarios: Ahorro y enfoque al cliente.
SELECCIÓN DEL PROYECTO	La selección del proyecto fue tomando en consideración las metas de supply y consejo del Sponsor
APOYO	La Sponsor estuvo muy relacionada con los procesos y estaba muy interesada en el proyecto, destacó que ese ha sido su respaldo para el proyecto.
	El proyecto es el foco del negocio para el año 2013 por eso tuvo mucho apoyo.
	No tuvo barreras para: Conformar equipo, viajes para toma de datos ni recolección de datos.
TIEMPO	La barrera común: Tiempo (Organización de tareas)
	Manifiesta que en la vida real no se cumple el tiempo que se debe destinar al proyecto por actividades propias del cargo. Sin embargo, él considera que pudo destinar tiempo porque maneja una estructura en la que puede delegar funciones.
REVISIÓN	Se revisaba el status en reuniones semanales generales, adicionalmente después de cada sesión de coaching se reunían con el sponsor para actualizar el status del proyecto.
CANALES DE COMUNICACIÓN	Canales: office, video conferencias, workshop
CUMPLIMIENTO DE METAS	Ambos proyectos llegaron a la meta, para el del 7% se rebasaron las expectativas. Tanto en ahorro como en indicadores.
EQUIPO DE TRABAJO	8 miembros, seleccionados por el green belt. Se preocupó por reclutar personal al que iba a impactar directamente su proyecto.
	Presentó el proyecto al equipo vendiendo el beneficio que les iba a dar a cada persona: menos retrabajo, salir temprano a su casa, es un proyecto que la compañía está buscando. No solo lo que dice el storyboard.

ENTRENAMIENTO	El recibido del coach, es clave porque como líder del proyecto además de saber aplicar herramientas estadísticas se necesita transmitir el conocimiento al equipo. Comenta que la metodología usada por los coaches en su caso fue la mejor instrucción que ha recibido por los ejercicios y ejemplos de la vida real que pudo usar para apalancarse en su proyecto.
	Para el desarrollo de habilidades de liderazgo, destaca que la empresa busca desarrollar a las personas y que éstas habilidades son vitales, más allá de tener las competencias indicadas para el proyecto.
	Para temas de medición y análisis es clave el acompañamiento del coach para discernir cuales herramientas deben aplicarse y cuáles no.
CULTURA	Comenta que el hecho de que la empresa lleva un proceso de cambio desde hace 10 años en supply se hace mucho más fácil llevar mejoras y lograr aceptación
VÍNCULO CON RRHH	Considera que el reconocimiento de RRHH no tiene gran impacto, uno busca ser reconocido por su line manager.
SOSTENIBILIDAD	El Green belt indicó que ambos proyectos han sido sostenibles. Su éxito radica en que el monitoreo quedó a cargo de personas que estuvieron involucradas en el proyecto. Los KPIs de los proyectos son parte de la revisión en las reuniones operacionales diarias, semanales y mensuales. El line manager (sponsor) trabaja con el dueño del proceso. Parte de sus funciones como colaborador están relacionadas a los resultados del proyecto. Dado que los proyectos estaban muy alineados con los objetivos estratégicos de la empresa, se revisan los indicadores incluso en las reuniones corporativas.

Proyecto 3: Para el análisis estadístico, será tomado en consideración el proyecto descrito anteriormente. Durante la entrevista, el Green belt se refiere de forma general a varios proyectos de su autoría.

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
SELECCIÓN DE PROYECTOS	Nacieron de un problema
	Los proyectos estaban muy ligados a los objetivos estratégicos del negocio. Esto desencadenó en un interés particular de la gerencia
CUMPLIMIENTO DE METAS	Rebasaron las expectativas.
MIEMBROS DEL EQUIPO	Se seleccionaron los miembros de las reuniones que se hacían entre departamentos para enfocar el problema.
	Cada miembro se ocupó de organizar sus tareas para cumplir con la planificación.
	El compromiso de los miembros del equipo fue clave.
COACHING	Reuniones planificadas y extraordinarias en caso de alguna consulta. De todas se obtuvo los resultados planificados siguiendo el plan trazado en definición.
TIEMPO	Utilizar herramientas adecuadas permite una buena planificación. Manejó el proyecto en Project, Access, Visio, Minitab, Etc.
	Agendar y asignar tiempo a todas las tareas permite un control adecuado del tiempo.
DURACIÓN DE PROYECTOS	17 semanas hasta control y un año para obtener resultados
FACTORES ÉXITO	Compromiso de miembros del Equipo
	Apoyo del Sponsor
	Poner fechas claras y concienciadas
	Por su profesión domina muchos temas estadísticos.
BARRERAS.	No tuvo ninguna interna. Mencionó que algún viaje para una toma de datos por el tiempo de viaje le causó alguna molestia pero nada más.
SOSTENIBILIDAD	El de MH se mantiene bien pero hay otros que no, por ejemplo el proyecto se realizó en otra localidad. Se cambió el Line Manager y este se lo llevó a Guayaquil como réplica. El nuevo line manager de la otra planta lo evaluó y al parecer no le pareció importante (Aunque el ahorro iba por los 140000 dólares) el proyecto no sigue al 100%.

Proyecto 4:

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
SELECCIÓN DEL PROYECTO	Fue escogido por él, porque representaba un problema pero no era de su área específica de trabajo, por lo que no tenía mucho conocimiento al respecto, tuvo que estudiarlo y conocer a la gente primero.
EQUIPO DE TRABAJO	El equipo de trabajo fue muy grande, cerca de 20 personas intervinieron de manera indirecta en el proyecto pero los que realmente trabajaron por las metas fueron 3 o 4. Recomienda que los equipos de trabajo sean bien definidos desde el principio para evitar desorden. En general, hubo buena relación con el equipo de trabajo.
TIEMPO	El mayor reto era hacer que coincidan los horarios que cada miembro del equipo tenía para dedicar al avance del proyecto, por este motivo se optó por hacer cronogramas y responsables de tareas específicas para que el avance pudiera hacerse en gran parte de manera individual.
APOYO DE LA GERENCIA // REVISIÓN	Excelente apoyo de la gerencia y retroalimentación. Manifiesta que por iniciativa propia iba a visitar a su sponsor para analizar los avances, pero que esta actividad debería ser más controlada, porque hay muchos casos en que la falta de comunicación entre líderes y sponsors estanca o desvía los proyectos.
COACHING	Destaca que su coach siempre respondió todas sus dudas y lo direccionó muy bien acerca de las herramientas analíticas que debía utilizar en cada caso.
HERRAMIENTAS	El uso de Minitab para el análisis estadístico le parece muy rápido y fácil. Esta fue una de las fortalezas de su proyecto, él posee un alto grado de entrenamiento en análisis estadístico de datos y lo pudo transferir a su equipo.
SOSTENIBILIDAD	El proyecto se mantuvo en el primer año de implementación pero luego fue entregado totalmente al dueño del proceso, no se ha mantenido.

Proyecto 5:

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
----------------------	---------------------------

EQUIPO DE TRABAJO	Como líder, tenía que hacer el esfuerzo para que roten juntos porque eran de fabricación.
	La cantidad de gente fue entre 6 y 7 personas
	El GB tuvo que asistir en el uso de herramientas como diagramas y etc.
SELECCIÓN DEL PROYECTO	Se hizo un filtro de las mayores pérdidas de su área de trabajo y las más enfocadas. El Proyecto lo seleccionó el GB con apoyo de la gerencia.
COACHING	El acompañamiento es clave porque encamina a GB a tomar decisiones.
	Principalmente es necesario en la etapa de análisis y las partes técnicas porque en su caso solo maneja estadística básica.
	Destacó la habilidad del coach para hacer llegar el mensaje a los alumnos. Excelente comunicación.
METAS	Se cumplieron las expectativas del proyecto.
SPONSOR	Apoyo total.
TIEMPO	Debido a que trabajaban en fabricación no disponían de tiempo para dedicar al proyecto. Gestionaron a través del coach permiso a la fábrica para tener un día a la semana fuera de la fábrica para el proyecto.
BARRERAS - Recursos	No hubo disponibilidad de recursos, por ejemplo: laptops. (se refiere a los operadores que no trabajan con computadoras.)
BARRERAS - Preparación Académica	La poca preparación en herramientas (sobretudo estadísticas y de análisis de datos) que se tiene en asuntos técnicos en el equipo de trabajo.
BARRERAS - Colaboración	No hubo integración de diferentes áreas, aunque el equipo de trabajo era diverso, los miembros de las otras áreas no estuvieron muy comprometidos con la metodología.
BARRERAS - Recursos	Hubo unos análisis que se necesitaban de otras áreas y se tuvo que gestionar a través de gerencia porque no se le prestó la ayuda al GB a nivel de compañeros.
BARRERAS - Colaboración	Hubo dificultades cuando se solicitó información a personas con cargos más altos que el del GB, Tuvo que recurrir al Jefe y Gerente.
BARRERAS - Recursos	Hubo que hacer una prueba de \$1300 dólares que demoró mucho en concretarse.
SOSTENIBILIDAD	El proyecto se ha mantenido, en mayor parte debido a que el Green Belt trabaja en el área y es parte del

	monitoreo. Algunas condiciones básicas han desaparecido porque dependen de procesos anteriores.
--	---

4.4 Costos y Beneficios del Programa DMAIC.

Costos

Para efectos prácticos, se ha decidido dividir la recolección de datos de costos en fijos y variables. Se han clasificado todos los costos de prevención en costos fijos, de manera que se obtendrá una cifra estimada de lo que cuesta la planeación, el entrenamiento y el tiempo destinado a solución de problemas para un proyecto DMAIC.

Costos Fijos

Costos de Prevención

Se deben establecer ciertos valores para el cálculo monetario de los costos que se definen a continuación:

- Costo de hora de trabajo Green Belt: El sueldo promedio de un Green Belt se ha establecido en 1300.00 dólares americanos. Por lo tanto, tomando en cuenta que el mes de trabajo tiene 160 horas, el costo

promedio de una hora de trabajo para un colaborador calificado para convertirse en Green Belt está en 8.13 dólares americanos aproximadamente.

- Costo de hora de miembro del equipo: El sueldo promedio de un colaborador que integra el equipo de trabajo de un proyecto DMAIC es 500 dólares americanos. Por lo tanto, el costo de una hora de trabajo, tomando en consideración que se trabajan 160 horas al mes, es aproximadamente 3.13 dólares americanos.
- Número de miembros del equipo: La cantidad de colaboradores que conforman un equipo de trabajo para un proyecto DMAIC varía entre 5 y 8. Para este estudio se tomarán como 7 los miembros del equipo.
- Cantidad de tiempo del Green Belt destinada a DMAIC: La teoría establece que para culminar un proyecto DMAIC, el Green Belt debe asignar el 30% de su tiempo productivo.
- Cantidad de tiempo de miembros del equipo destinada a DMAIC: La teoría establece que cada miembro del equipo destina en promedio 5% de su tiempo productivo a trabajar en el proyecto DMAIC.
- Duración del proyecto DMAIC: Se ha establecido que las fases del proyecto DMAIC tienen la siguiente duración.

Definición: 2 Semanas.

Medición: 4 Semanas.

Análisis: 4 Semanas.

Mejora: 10 Semanas.

Control: 4 Semanas

El tiempo de duración de las cinco fases del proyecto es de 6 meses.

Cabe mencionar que los tiempos establecidos anteriormente son reales.

Por ejemplo, la etapa de definición debe durar 2 semanas regulares de

labores, a eso se le debe calcular el 30% para saber el tiempo que el

Green Belt ha dedicado exclusivamente al proyecto DMAIC.

- El día de trabajo tiene una duración de 8 horas.

Planeación de Calidad.

Como se expuso en el capítulo 3, la planeación de calidad corresponde al tiempo requerido para desarrollar las reuniones, diseñar el cronograma y agenda DMAIC para cada proyecto. Este tiempo se lo considerará equivalente al tiempo que dura la fase de Definición una vez que empieza el proyecto, dos semanas. Adicionalmente, durante éstas dos semanas se considera nulo el tiempo que el equipo de trabajo destina al proyecto porque es la etapa en la que se lo conforma.

Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad

Esta actividad se ha dividido en tres sub-actividades: Entrenamiento, Coaching y transferencia de conocimiento. El entrenamiento consiste en el tiempo que los candidatos a Green Belt reciben los cinco módulos de instrucción formal, cuya duración se detalla a continuación:

ENTRENAMIENTO	
FASE	DURACIÓN (Horas)
Definición	24
Medición	24
Análisis	24
Mejora	24
Control	24

Es importante mencionar que los valores pertenecientes a entrenamiento de Green Belts se deben dividir para dos porque aplican a los 2 proyectos requeridos para certificarse. Además del dinero que le cuesta a la compañía el tiempo de los Green Belts están capacitándose, se le debe cancelar valores a los consultores Black Belt que prestan el servicio de capacitación y asesoramiento, este valor se ha establecido en 1000 dólares por proyecto. (Ver Tabla 13)

Según la agenda DMAIC, por lo general se requieren 7 sesiones de coaching a lo largo de todo el proyecto, cada una de las cuales tiene un valor referencial de 100 dólares americanos. (Ver Tabla 13)

La transferencia de conocimiento es una actividad que se da según las necesidades de cada miembro del equipo de trabajo, en términos generales, los Green Belts expresaron que ellos destinan un promedio del 5% del tiempo efectivo que dedican a DMAIC para esta actividad, el mismo tiempo que cada miembro del equipo de trabajo dedica a atender a estas capacitaciones informales. (Ver Tabla 13)

Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos.

Como se explicó en el capítulo anterior, el tiempo destinado a las fases de análisis y mejora es el tiempo que se tomará como referencia para esta actividad. (Ver Tabla 13)

TABLA 13
COSTOS DE PREVENCIÓN

<i>HORAS GB*</i>	<i>HORAS EQUIPO*</i>	\$
----------------------	--------------------------	----

Planeación de calidad			
Fase Definición	80	0	\$ 24,00
Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad			
<u>Entrenamiento.</u>			
Horas de capacitación de Green Belts	120	0	\$ 487,50
Honorarios Black Belt	-	-	\$ 1.000,00
Coaching	7	0	\$ 700,00
Transferencia de Conocimiento.	14,4	100,8	\$ 432,00
Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos			
Fase Análisis	48	56	\$ 565,00
Fase Mejora	120	140	\$ 1.412,50

* Horas efectivas de trabajo dedicadas al proyecto DMAIC.

Costos Variables

Los costos de evaluación y falla del modelo PAF se han categorizado como variables, debido a que dependen de los objetivos específicos del proyecto y el criterio del Green Belt. En este caso, se tomará el valor que cada Green Belt indique que se invirtió en actividades como recolección de datos en otras localidades, estudios de laboratorio y pruebas e inspecciones que tuvieron que ser contratadas como servicios prestados durante cada proyecto.

Costos de Evaluación.

Pruebas e inspecciones a materiales de proveedores.

En el Proyecto 1 se invirtió en una mejora de infraestructura en la bodega. En el proyecto 2, se realizaron unas pruebas que tuvieron que ser contratadas a

un proveedor de la organización. En el proyecto 3 se invirtió en viajes para recolección de datos y una mejora en infraestructura. Para el proyecto 4 se adquirieron equipos. Finalmente en el proyecto 5 se hicieron pruebas de laboratorio para la fase de recolección de información. (Ver Tabla 14).

TABLA 14
COSTOS DE EVALUACIÓN

<i>Pruebas e inspecciones a materiales de proveedores:</i>					
	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3	Proyecto 4	Proyecto 5
Fase Medición	0	0	\$ 450,00	0	\$ 1.300,00
Fase Análisis	0	\$ 2.500,00	0	0	0
Cambios significativos en Infraestructura	\$ 15.000,00	0	\$ 5.000,00	\$ 3.000,00	0

Costos de Falla Interna

Ninguno de los proyectos reportó costos de falla interna ni retrabajos o pruebas repetidas por lo que se desestima este costo.

Beneficios.

Luego de la culminación de los seis meses que duran las cinco fases del proyecto DMAIC, se establece un plazo de un año de seguimiento del proyecto hasta que los controles (establecidos en la fase de control) se vuelvan parte del proceso. Los beneficios obtenidos de los proyectos DMAIC se obtendrán

de los ahorros anuales presentados por escrito a la gerencia en la presentación final de cada proyecto. Las cifras se detallan en la Tabla 15.

TABLA 15
BENEFICIOS DEL PROGRAMA SEIS SIGMA

Proyecto	Beneficio*
Proyecto 1	\$ 160.426,95
Proyecto 2	\$ 45.000,00
Proyecto 3	\$ 40.000,00
Proyecto 4	\$ 26.436,00
Proyecto 5	\$ 68.768,86
Total	\$ 340.631,81
Promedio	\$ 68.126,36

**Ahorro presentado a la gerencia luego del año de implementación del proyecto.*

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1 Factores Claves Para la Sostenibilidad de Proyectos DMAIC.

Con base a la información anterior, bajo el método Q-Sort se desarrolló una tabla de frecuencias (Ver Tabla 16) de los temas expuestos por los Green Belts en las entrevistas realizadas.

Se establecieron 20 categorías generadas de manera inductiva que se pudieron extraer de las entrevistas, cada número representa la frecuencia con que una oración o idea del Green Belt entrevistado se refirió a la categoría como factor de éxito o barrera para la sostenibilidad de sus proyectos. Mediante diagramas de Pareto (Ver Anexo 2 y Anexo 3) se pretende reducir el número de factores de éxito y barreras en la sostenibilidad a las más básicas, como se muestra en las Tablas 17 y 18.

TABLA 16

**RESUMEN DE ANÁLISIS DE CONTENIDO: FACTORES Y BARRERAS
QUE AFECTAN A LA SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DMAIC.**

No.	CATEGORÍAS	FACTOR ÉXITO (Frec.)	BARRERA (Frec.)
1	Objetivos de proyectos alineados a objetivos organizacionales.	7	0
2	Sponsor directamente relacionado al proceso por mejorar	3	0
3	División del tiempo de labores cotidianas con actividades del proyecto.	1	4
4	Organización del tiempo (Planificación, reuniones, delegar tareas).	1	5
5	Apoyo del Sponsor al proyecto.	3	1
6	Agenda DMAIC (Reuniones de seguimiento, cronograma coaching).	8	1
7	Interés de la Gerencia	5	0
8	Selección de miembros del equipo (Compromiso y colaboración)	6	1
9	Entrenamiento	3	0
10	Acompañamiento	6	1
11	Herramientas y canales de comunicación	5	0
12	Cultura organizacional	1	2
13	Sistema de compensaciones con RRHH	0	1
14	Habilidades de gerencia, estadísticas y técnicas del Green Belt.	3	2
15	Actividades diarias del Green Belt ligadas al proceso mejorado (proyecto).	10	0
16	Monto real ahorrado al final del proyecto	2	0
17	Seguimiento del Green Belt a cada actividad de la agenda DMAIC	1	0
18	Colaboración interdepartamental	2	8
19	Cambios posicionales	0	3
20	Disponibilidad de recursos	0	4

TABLA 17

**PARETO PARA FACTORES DE ÉXITO EN SOSTENIBILIDAD HALLADOS
EN ENTREVISTAS CON GREEN BELTS**

No.	CATEGORÍAS	FREC.	FREC. ACUM.	% ACUM.
15	<i>Actividades diarias del Green Belt ligadas al proceso mejorado (proyecto).</i>	10	10	15%
6	<i>Agenda DMAIC (Reuniones de seguimiento, cronograma coaching).</i>	8	18	27%
1	<i>Objetivos de proyectos alineados a objetivos organizacionales.</i>	7	25	37%
8	<i>Selección de miembros del equipo (Compromiso y colaboración)</i>	6	31	46%
10	<i>Acompañamiento</i>	6	37	55%
7	<i>Interés de la Gerencia</i>	5	42	63%
11	<i>Herramientas y canales de comunicación</i>	5	47	70%
2	<i>Sponsor directamente relacionado al proceso por mejorar</i>	3	50	75%
5	<i>Apoyo del Sponsor al proyecto.</i>	3	53	79%
9	Entrenamiento	3	56	84%
14	Habilidades de gerencia, estadísticas y técnicas del Green Belt.	3	59	88%
16	Monto real ahorrado al final del proyecto	2	61	91%
18	Colaboración interdepartamental	2	63	94%
3	División del tiempo de labores cotidianas con actividades del proyecto.	1	64	96%
4	Organización del tiempo (Planificación, reuniones, delegar tareas).	1	65	97%
12	Cultura organizacional	1	66	99%
17	Seguimiento del Green Belt a cada actividad de la agenda DMAIC	1	67	100%
13	Sistema de compensaciones con RRHH	0	67	100%
19	Cambios posicionales	0	67	100%
20	Disponibilidad de recursos	0	67	100%
	SUMA	67		

Descripción de Factores de Éxito.

a. Actividades diarias del Green Belt ligadas al proceso.

El hecho de que las actividades cotidianas como colaborador de la empresa se vean asociadas directamente al proceso que se busca mejorar con el proyecto DMAIC facilita la sostenibilidad porque brinda una visibilidad mayor a inconvenientes que deben ser considerados para generar los planes de control y reacción. Adicionalmente, los Green Belts expresaron que dar seguimiento a sus propios proyectos a través de indicadores que se revisan como parte de su trabajo habitual, garantiza que los problemas se detecten de forma inmediata y las soluciones se apliquen a muy corto plazo. Otra de las ventajas de este factor es que dado que tanto el Green Belt como la organización generan un aprecio importante por la mejora realizada, en caso de cambios en el proceso luego de la implementación (se determinó como el de mayor impacto el de cambios posicionales en el proceso), el Green Belt se preocupa de capacitar y asegurarse de que la persona nueva siga con el control respectivo.

b. Agenda DMAIC (reuniones de seguimiento y cronograma coaching)

Se determinó como factor de éxito que exista una agenda que contemple todas las fases con sus respectivas actividades detalladas en un archivo que sea de conocimiento de todos los miembros del equipo de trabajo durante el proyecto

y posteriormente para su seguimiento. Se hizo énfasis en que la seriedad con que se tome la agenda del proyecto tendrá impacto en el seguimiento que se le al mismo. Se deben establecer fechas concienzudas para revisión del estatus del proyecto durante y luego de la implementación.

c. Objetivos de proyectos alineados a objetivos organizacionales.

El hecho de que el objetivo de un proyecto de mejora esté declarado entre los objetivos estratégicos de la organización es una de las claves para la sostenibilidad de proyectos debido al interés de la alta dirección en mantener las mejoras logradas, aparte de que por lo general, esos proyectos son fuente de nuevos y más retadores ahorros enfocados a la visión de la organización.

d. Selección de miembros del equipo (compromiso y colaboración)

Según los Green Belts, el éxito del proyecto requiere de que los miembros del equipo sean personas comprometidas y con poder de decisión en sus áreas de trabajo, es decir, que estén dispuestos a colaborar tanto con conocimientos como con recursos propios de sus departamentos en caso de ser necesario. Eso se ve ligado a la sostenibilidad porque le da al proyecto la imagen ante toda la organización de que es importante para la gerencia.

e. Acompañamiento.

Se concluyó que el acompañamiento del coach es aún más importante que el entrenamiento porque en esta etapa es donde se enseña al líder y a su equipo de trabajo a discernir en qué casos son aplicables las herramientas de análisis. Esto contribuye a la sostenibilidad de los proyectos porque desarrolla en el personal involucrado en el seguimiento criterios para resolver problemas.

f. Interés de la gerencia.

Este factor está muy ligado la selección de proyectos con objetivos alineados a los de la organización. En este punto se destaca que el interés de la gerencia en un proyecto es palpable cuando existe disponibilidad de recursos para trabajar en él y existe comunicación sin fronteras entre el líder del proyecto (o su sponsor) y la gerencia. Un proyecto que sea de interés para la gerencia garantiza su estabilidad por lo menos hasta que el enfoque de la organización cambie.

g. Herramientas y canales de comunicación.

La disponibilidad de herramientas (se refieren a softwares y conocimientos técnicos) y canales de comunicación apropiadas para la realización y seguimiento del proyecto es vital para su sostenibilidad porque al hacer el proceso de seguimiento amigable y sencillo para quien realiza el trabajo, esto garantiza que se siga haciendo hasta convertirlo en un hábito. Como es

natural, en caso de que la revisión periódica del proyecto fuera complicada de alguna manera, se tendería a perder el control.

h. *Sponsor directamente relacionado al proceso por mejorar.*

El sponsor de un proyecto es por lo general el jefe del Green Belt, al tener una relación directa con el proyecto se garantiza su sostenibilidad porque su desempeño como colaborador de la organización está ligado a su desempeño como sponsor.

i. *Apoyo del Sponsor al proyecto.*

Es importante que el sponsor ayude a remover barreras (por lo general entre departamentos) para que fluya el trabajo del líder Green Belt, el equipo de trabajo y se cumpla la agenda DMAIC. Además de que se percibe un compromiso en toda la organización con la metodología, aumentando así las probabilidades de que sea sostenible.

TABLA 18

PARETO PARA BARRERAS HALLADAS EN ENTREVISTAS CON GREEN BELTS.

No.	CATEGORÍAS	FREC.	FREC. ACUM.	% ACUM.
18	<i>Colaboración interdepartamental</i>	8	8	24%
4	<i>Organización del tiempo (Planificación, reuniones, delegar tareas).</i>	5	13	39%
3	<i>División del tiempo de labores cotidianas con actividades del proyecto.</i>	4	17	52%
20	<i>Disponibilidad de recursos</i>	4	21	64%
19	<i>Cambios posicionales</i>	3	24	73%
12	<i>Cultura organizacional</i>	2	26	79%
14	Habilidades de gerencia, estadísticas y técnicas del Green Belt.	2	28	85%
5	Apoyo del Sponsor al proyecto.	1	29	88%
6	Agenda DMAIC (Reuniones de seguimiento, cronograma coaching).	1	30	91%
8	Selección de miembros del equipo (Compromiso y colaboración)	1	31	94%
10	Acompañamiento	1	32	97%
13	Sistema de compensaciones con RRHH	1	33	100%
1	Objetivos de proyectos alineados a objetivos organizacionales.	0	33	100%
2	Sponsor directamente relacionado al proceso por mejorar	0	33	100%
7	Interés de la Gerencia	0	33	100%
11	Herramientas y canales de comunicación	0	33	100%
15	Actividades diarias del Green Belt ligadas al proceso mejorado (proyecto).	0	33	100%
16	Monto real ahorrado al final del proyecto	0	33	100%
17	Seguimiento del Green Belt a cada actividad de la agenda DMAIC	0	33	100%
9	Entrenamiento	0	33	100%
	SUMA	33		

Descripción de Barreras.

a. Colaboración interdepartamental.

Se encontró que la mayor barrera existente en la organización es la falta de colaboración entre departamentos tanto durante como después de la implementación del proyecto. En sostenibilidad afecta porque la falta de disposición a ayudar con la implementación de un proyecto refleja que no se considera una mejora importante para la organización y falta de compromiso con su posterior seguimiento.

b. Organización del tiempo (Planificación, reuniones, delegar tareas).

Otra barrera clave en la organización fue la organización del tiempo, en los proyectos que han tenido problemas con la sostenibilidad se refleja que hubo una pobre organización en este punto por causa de la carga laboral de los líderes y miembros del equipo de trabajo.

c. División del tiempo de labores cotidianas con actividades del proyecto.

Este punto está asociado al anterior, el programa DMAIC demanda que el líder tenga disponible por lo menos el 30% de su tiempo productivo para el proyecto y esto no se ha cumplido en la organización. Es un factor que afecta a la sostenibilidad porque ocasiona que los proyectos se alarguen mucho provocando que se pierda el enfoque de la mejora o que la organización cambie sus objetivos y desvíe la atención hacia otros focos.

d. Disponibilidad de recursos.

En este caso puntual, se detectó que no existió disponibilidad de equipos de cómputo para proyectos de la parte operativa.

e. Cambios posicionales.

Se manifestó que la empresa posee una cultura de cambio y eso también incluye cambios por plan de carrera y reubicaciones de localidades. Los proyectos se ven afectados cuando se cambian personas claves en su sostenibilidad, como por ejemplo, el dueño del proceso.

f. Cultura organizacional.

Si bien la organización posee una cultura de mejora, se encontró que en ocasiones se producen estancamientos de proyectos por resistencias al cambio.

5.2 Análisis Costo/Beneficio del Programa DMAIC en la organización.

Costos Totales del Programa Seis Sigma.

Los costos de prevención o fijos de emprender un proyecto DMAIC en la organización estudiada ascienden a \$ 4.621,00 (dólares americanos) (Ver tabla 19). A ese costo se le debe añadir el valor correspondiente a los costos de evaluación y falla correspondientes a cada proyecto en caso de haberlos (Ver Tabla 14). Los valores totales se muestran en la Tabla 20.

Beneficios del Programa Seis Sigma.

Los beneficios que se obtuvieron de cada proyecto se muestran en la Tabla 15. De la muestra de proyectos analizada se obtiene que en promedio la organización obtiene un beneficio de \$ 68126,36 dólares americanos en ahorros por proyecto.

TABLA 19
COSTOS DE PREVENCIÓN POR PROYECTO.

	HORAS GB*	HORAS EQUIPO*	\$ **
Planeación de calidad			
Fase Definición	80	0	\$ 24,00
Entrenamiento y desarrollo del personal en calidad			
<u>Entrenamiento.</u>			
Horas de capacitación de Green Belts	120	0	\$ 487,50
Honorarios Black Belt	-	-	\$ 1.000,00
Coaching	7	0	\$ 700,00
Transferencia de Conocimiento.	14,4	100,8	\$ 432,00
Tiempo destinado a solución de problemas y mejora de procesos			
Fase Análisis	48	56	\$ 565,00
Fase Mejora	120	140	\$ 1.412,50
Total costos de prevención por proyecto			\$ 4.621,00

* Horas efectivas de trabajo dedicadas al proyecto DMAIC

**Dólares americanos

TABLA 20
COSTOS TOTALES.

Proyecto	Costos Totales
Proyecto 1	\$ 19.621,00
Proyecto 2	\$ 7.121,00
Proyecto 3	\$ 10.071,00
Proyecto 4	\$ 7.621,00
Proyecto 5	\$ 5.921,00
Total	\$ 50.355,00

*En dólares americanos.

Análisis Costo – Beneficio Del Programa Seis Sigma.

Por cada dólar que la empresa invierte en el programa Seis Sigma, obtiene en promedio 6.71 dólares en ganancias. De los proyectos analizados, el de mayor impacto es el número 5 que pertenece a fabricación con 11.61 dólares generados por cada dólar invertido. Los tres siguientes proyectos pertenecen al área de supply con 8.18, 6.32 y 3.97 dólares producidos por cada dólar invertido y finalmente el que menos produjo ganancias es el número 4 que también pertenece a fabricación con 3.47 dólares producidos por cada dólar invertido. (Ver tabla 21).

TABLA 21

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO DEL PROGRAMA SEIS SIGMA.

Proyecto	Costos Totales	Ahorro Anual	Beneficio/Costo
Proyecto 1	\$ 19.621,00	\$ 160.426,95	8,18
Proyecto 2	\$ 7.121,00	\$ 45.000,00	6,32
Proyecto 3	\$ 10.071,00	\$ 40.000,00	3,97
Proyecto 4	\$ 7.621,00	\$ 26.436,00	3,47
Proyecto 5	\$ 5.921,00	\$ 68.768,86	11,61
Total	\$ 50.355,00	\$ 340.631,81	6,76
Promedio	\$ 10.071,00	\$ 68.126,36	6,71

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los factores críticos para el éxito en implementación de proyectos Seis Sigma bajo la metodología DMAIC están estrechamente ligados a la sostenibilidad. Los factores clave para la sostenibilidad de los proyectos son:

1. Actividades diarias del Green Belt ligadas al proceso mejorado (proyecto).
2. Agenda DMAIC (Reuniones de seguimiento, cronograma coaching).
3. Objetivos de proyectos alineados a objetivos organizacionales.
4. Selección de miembros del equipo (Compromiso y colaboración)
5. Acompañamiento
6. Interés de la Gerencia
7. Herramientas y canales de comunicación
8. Sponsor directamente relacionado al proceso por mejorar
9. Apoyo del Sponsor al proyecto.

Mientras que las barreras más significativas que podrían ocasionar que un proyecto no sea perdurable aunque se haya implementado con éxito son:

1. Colaboración interdepartamental
2. Organización del tiempo (Planificación, reuniones, delegar tareas).
3. División del tiempo de labores cotidianas con actividades del proyecto.
4. Disponibilidad de recursos
5. Cambios posicionales
6. Cultura organizacional

El costo fijo o de prevención de emprender un proyecto Seis Sigma en la compañía objeto del estudio es \$4621.00 dólares americanos.

Los costos variables, o de evaluación y falla, de emprender un proyecto en la empresa estudiada dependerán de las actividades asociadas a pruebas y viajes justificados en la agenda DMAIC como parte del proyecto de mejora.

En promedio, por cada dólar que la organización invierte en un proyecto Seis Sigma, obtiene \$ 6.71 dólares en beneficios.

6.2 Recomendaciones

- Para futuras investigaciones acerca del tema, se recomienda ampliar la muestra de proyectos analizados a diferentes empresas e inclusive varios tipos de industrias para hacer conclusiones más generales.
- Es importante que la estructura de discusión sea más específica con el fin de facilitar y hacer más objetivo el análisis de contenido.
- La disposición que tenga la empresa para compartir con los investigadores información sobre todo de tipo financiera debe un requisito vital para la selección de las empresas objeto de estudio.

ANEXOS

ANEXO1

ENTREVISTAS A GREEN BELTS

Green Belt 1

INTRODUCCION Y SALUDOS.

EXPLIQUE EL ORIGEN Y SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS.

Con base en objetivos de la empresa, van netamente orientados a temas de prioridades, tema de ahorros, como es el tema de nivel de servicio y todo eso. Entonces por la parte de Supply este tipo de proyectos son muy valorizados y básicamente ambos proyectos cumplieron varios requisitos como: nivel de servicio hacia los clientes, nivel de costos, etc. la persona que tuve como sponsor está muy relacionada con los procesos como tal porque fueron procesos de servicio al cliente y es algo en lo que ella estaba muy interesada. Partiendo de ahí, es que nace todo el respaldo que he recibido para mis proyectos, obviamente si se tiene un sponsor que está muy involucrado con el tema siempre te dará las facilidades para que puedas desarrollar el proyecto, es por eso que no tuve barreras en el tema de recolección de información, conformar el equipo, hacer viajes para tomas de datos, etc. algo que se ha dado y que es el factor común a nivel de CD y fábricas es tiempo, porque se debe compartir el tiempo de tu trabajo por el cual eres contratada con el tema de realizar los proyectos, de hacer reuniones con el equipo y recolectar datos, etc. a pesar de que por lo general, cuando uno se metió a hacer el curso de DMAIC ya se tenía el compromiso con los Sponsors de que un porcentaje de tiempo se destinaría al proyecto, realmente (y no es culpa de ellos) eso no se cumple al 100%. En mi caso si tuve mayor tiempo que mis compañeros de fábrica porque mi trabajo es más orientado al tema de servicios, yo manejo una estructura en la que yo puedo delegar funciones.

¿USTED CREE QUE LAS RAZONES POR LAS QUE NO TUVO DEMASIADAS BARRERAS FUE NETAMENTE EL APOYO DEL SPONSOR? Sí, eso es fundamental porque el Sponsor es por lo general tu line manager y es quien además mide tu trabajo en temas de tiempo, él debe comunicarse con otras áreas que no están dentro de tu alcance como líder, entonces eso agrega un factor de éxito a tu proyecto.

¿CÓMO ERA LA COMUNICACIÓN CON EL SPONSOR? ¿HABÍA UN SEGUIMIENTO PERIÓDICO O ESTABA DISPONIBLE CADA VEZ QUE USTED LO NECESITABA?

El proyecto por lo general se revisaba en las reuniones semanales, yo debía reportar los avances del proyecto y adicionalmente luego de cada sesión de coaching nos sentábamos con el coach a revisar el estatus.

¿EN SUS DOS PROYECTOS LOS OBJETIVOS SE CUMPLIERON?

En ambos se llegó a la meta, en uno de los proyectos se rebasaron las expectativas. En el primero se ahorró \$32000 y el otro \$140000. Independientemente del monto ahorrado, el proyecto de rechazos y devoluciones es algo que es prioridad aquí, siempre se lo está revisando, es más, este año es el año donde ese proyecto es el foco, toda la organización está trabajando en eso. Por eso, destaco que esa fue una de las razones que estaban muy interesados en el tema, eso me facilitó el camino para llevar a cabo con éxito el proyecto.

¿EL PROYECTO LO SELECCIONÓ USTED O SE LO ASIGNARON?

El proyecto fue elegido en mutuo acuerdo con mi Sponsor y se dio por las prioridades de supply

¿CUÁNTOS MIEMBROS TENÍA EL EQUIPO DE TRABAJO Y QUIÉN LOS SELECCIONÓ?

Fueron 8 miembros y los seleccioné yo.

REVISAREMOS LOS FACTORES DE ÉXITO DE LA LISTA PROPORCIONADA, QUE FACTORES/BARRERAS INFLUYERON EN MAYOR GRADO EN EL PROYECTO DMAIC.

La parte en la que más te demoras es en la parte de medición, lo que más demora es la recolección de datos, sobretodo en la depuración de datos para eliminar datos erróneos.

¿SE DEPENDÍA DE OTRAS PERSONAS PARA ESTO?

Si

¿TUVO ALGÚN PROBLEMA CON ESO?

No, porque tomé a las personas claves involucrados en el problema de rechazos y devoluciones, entonces tomé a esas personas y son las que me proveyeron los datos, fue selección estratégica. Sobre todo al realizar el proyecto no debes decirle, que es tu proyecto y que la empresa te pide que lo hagas, sino que yo les dije, por ejemplo, a quienes manejaban la parte operativa de ingreso de datos de rechazos y devoluciones que el proyecto les serviría para que disminuyan su carga laboral, que podrían irse más temprano a su casa, y eso hizo que fueran muy colaboradores con el proyecto.

EN CUÁNTO A LOS DEMÁS FACTORES, ¿CÓMO CONSIDERÓ EL ENTRENAMIENTO?

El entrenamiento que recibí del coach influye muchísimo, porque ellos deben proveernos de sus experiencias y de herramientas estadísticas, le puse que era de alta influencia porque considero que Marcos y Sofía son los mejores coaches. Yo me apoyé muchísimo en la selección de las herramientas apropiadas para el análisis de los datos. Más que nada para temas de medición y análisis, el acompañamiento del coach es clave.

CULTURA ORGANIZACIONAL DE APOYO ¿CREE QUE INFLUYE?

La empresa ya lleva algunos años en temas de mejora continua, se ha avanzado muy rápido en cambio en procesos e infraestructura, etc. Lo importante de esto es que cuando la gente ya lleva la cultura de cambio es fácil implementar mejoras y cambiar mentalidades.

COMUNICACIÓN

Se manejaba correo electrónico, herramientas office, video conferencias y workshops.

VINCULO DE SEIS SIGMA CON RECURSOS HUMANOS

Para mí no tienen gran influencia los sistemas de compensación de RR.HH., uno busca por lo general ser reconocido por su line manager y por su trabajo.

HABILIDADES DE GERENCIA Y CONTROL DE PROYECTOS

Por lo general yo siempre había sido parte de proyectos, DMAIC me abrió las puertas a ser un líder y me ha consolidado así, de tal manera que ahora se me han otorgado otros proyectos muy ambiciosos, por ejemplo, light house de automatización de procesos. DMAIC te catapulta hacia otros horizontes.

CAPACITACION

Algo que tiene esta empresa es que siempre te está desarrollando, desde la parte operativa hasta a las gerencias, con el objetivo de que escales, y es muy importante tener habilidades de liderazgo gerencial porque si tienes las competencias adecuadas pero no sabes llegar con el lenguaje apropiado a tu gente, el proyecto no funciona.

SOSTENIBILIDAD, SUS 2 PROYECTOS SIGUEN SIENDO SOSTENIBLES.

El dueño del proceso es el encargado de controlar los indicadores del proyecto, pero el Green Belt siempre está monitoreando el control. Te puedo decir que se tienen reuniones semanales, diarias y mensuales, en los temas de control lo que hice fue que metí en las reuniones operacionales todos los temas del proyecto. Algo que le da sostenibilidad al proyecto es que el line manager que fue el sponsor está ligada y trabaja directamente con el dueño del proceso. La sostenibilidad se mantiene no solo en esta, sino en varias localidades. En mi caso mi trabajo cotidiano está relacionado en cierta manera con el proyecto, es por eso que sigo vinculado, además de que en general el proyecto está muy apalancado en los objetivos de la empresa.

AGRADECIMIENTO Y DESPEDIDA.

Green Belt 3

INTRODUCCIÓN Y SALUDOS.

USTED HA REALIZADO DOS PROYECTOS?

Para graduarme de GB hice 2, de ahí tengo por lo menos 6 proyectos más.

CONSIDERA QUE LOS 2 FUERON IGUAL DE LLEVADEROS?

Ambos tienen la misma capacidad de reacción, en ambos se utilizó la metodología para identificar la causa raíz, luego los planes de acción y los controles. Usted escoja. – SE ESCOGE UNO DE LOS PROYECTOS PARA ENFOCARSE POSTERIORMENTE EN SU ANALISIS--.

¿CÓMO FUERON SELECCIONADOS LOS PROYECTOS?

Fueron en base a problemas identificados en la operación diaria de la empresa, nacieron de un problema, ambos.

EN CUANTO A LOS RESULTADOS FINANCIEROS DEL PROYECTO?
Ambos superaron las expectativas, el primero fueron 140000 y el tema de purina estaba rebasó en 40000.

MIEMBROS DEL EQUIPO, ¿Cómo fue la selección?

Para enfocar el problema se hizo reuniones con los diferentes departamentos, entonces de esas reuniones nació quienes estarían involucrados y quienes iban a dar el apoyo para realizar la constitución de estos proyectos. Todo nació de reuniones y de la aplicación de la metodología.

HABLE DE LA RELACIÓN CON EL SPONSOR

Todo se basó en planificación, se tenían reuniones planificadas y extraordinarias en caso de que haya algún tema de actualizaciones o alguna situación de esas. Todas las reuniones se dieron y se obtuvo todos los resultados que se pretendían. Para ambos proyectos se hizo en definición un plan completo de cómo se iba a laborar, qué resultado se pretendía obtener y el seguimiento que se iba a tener por parte de todos los involucrados, todo se siguió según lo planificado y realmente no tuve ningún problema tanto en apoyo como en visibilidad por parte de los involucrados. No tuve ningún problema en dirigir el proyecto.

¿ACUDÍA A SU SPONSOR PARA AGILIZAR TRÁMITES O ALGUNA GESTIÓN?

No no no, cada persona de cada equipo (se refiere a departamento) involucrado tenía sus responsabilidades con respecto al proyecto, agilizar no porque teníamos un plan, se debían respetar las fechas, pasaron un par de casos particulares de contra tiempos en los que se tuvo que buscar el apoyo del sponsor y del jefe del departamento pero en general cada uno cumplió su rol y yo personalmente no tuve problemas por ese lado. Fue tan claro el asunto y tan grande el compromiso que no hubo problemas.

EN CUANTO A LA CANTIDAD DE TIEMPO INVERTIDO EN EL PROYECTO Y LA DURACION DE CADA UNO ¿CUÁL ES SU APRECIACIÓN PERSONAL?

4 meses de proyecto y un año de implementación para el proyecto de subutilización de tiempo.

Purina: se demoró 4 meses y medio desde definición hasta control y un año de seguimiento.

REVISEMOS EL PUNTO DE LOS FACTORES DE ÉXITO Y BARRERAS DE SUS PROYECTOS.

(Hemos estado encuestando a los GB para ver qué factores han influido en los proyectos exitosos y que barreras han impedido el éxito en los que no han sido sostenibles.)

A ver, en mi proyecto el nivel de organización fue tan bueno que no puedo decir que hubo barreras, yo hice la calificación con base a lo que escucho de mis compañeros.

En mi proyecto de forma particular creo que la organización y sobretodo sentarse a dialogar y poner fechas que realmente se vayan a cumplir fue la clave, además de la colaboración del sponsor y dueño del proceso fue primordial para el desarrollo del proyecto, adicional el seguimiento que cada Green belt debe hacer. Una cosa es decir “eso se va a hacer” y otra cosa estar atrás de ellos viendo el desarrollo de cada etapa del DMAIC. Yo tengo un poco de cursos de estadística y otros conocimientos aplicables al proyecto, creo que eso me ayudó mucho a desarrollar la metodología, cuando alguien no podía con alguna tarea o la estadística yo le colaboraba. En resumen, el compromiso y poner fechas concienciadas para todo el equipo.

TUVO INCONVENIENTES TRATANDO DE SOPORTE BLACK BELT, ACUDIÓ A MENUDO?

No acudí, tengo bastante conocimiento del tema.

¿ESTOS FACTORES DE LA LISTA INFLUENCIARON EN ALGUNA ETAPA DE DIMAIC EN ESPECÍFICO?

Creo que en todos tienen peso, si se tiene bien claro el objetivo y los tiempos, cualquier cosa que se envíe será exitosa.

¿SU PROYECTO ESTA LIGADO CON LOS OBJETIVOS DEL NEGOCIO?

Claro porque uno de los objetivos del negocio es vender, y si es que se logra un ahorro en la operación para que la venta sea más efectiva, está ayudando al objetivo.

ERA DE INTERES DE LA GERENCIA ESTE PROYECTO

Claro!

¿TUVO ALGUNA BARRERA, ALGO EN PARTICULAR?

Le cuento que no. Posiblemente alguna externa cuando tuve que viajar a Tulcán para unas mediciones en el proyecto de Comidas para mascotas pero de ahí no. Lo maneje por los conductos regulares y no tuve mayor inconveniente. Yo creo que el manejo de las herramientas tanto informáticas como de las herramientas estadísticas es primordial. Por ejemplo, usted tiene Excel, Outlook, usé proyect, visio, Access, minitab tiempos, agendado sus temas, y hace bien los análisis, con una buena implementación de herramientas y de la etapa de control no hay ningún problema. Bueno en uno de los proyectos el line manager de Cayambe se fue a Guayaquil y se llevó el proyecto allá.

Volviendo a la pregunta de la parte del trabajo en equipo. EL EQUIPO SIEMPRE CUMPLIÓ CON LOS TIEMPOS?

Claro. Por ejemplo, siempre he manejado el tema de datos de con los departamentos adecuados, a rrhh consultaba las horas trabajadas, con calidad los indicadores., etc

SOSTENIBILIDAD

(LUEGO DE LA ETASPA DE CONTROL, SE ENTREGA ESTO AL DUEÑO DEL PROCESO, SE HA MANTENIDO TODO LO QUE UD INDICO.)

El purina se mantiene bien, el otro se lo realizo en Cayambe, pero el line manager se fue a Guayaquil y se lo llevó, allá sigue el proyecto.

A QUE SE REFIERE CON QUE EL PROYECTO ESTA EN GYE?

El proyecto pasó su implementación de un año. Entonces se implementó un plan de combate para lo de retrabajos. El line manager de Cayambe estaba convencido de los resultados del proyecto pero hace un año le pasaron a ese line manager a Guayaquil y lo replico a GYE y el nuevo line manager de Cayambe lo evaluó pero no está caminando al 100%, cada jefe de negocios tiene su política, entonces para otra persona puede decir a mí no me parece y no lo hago.

AGRADECIMIENTO Y DESPEDIDA.

Green Belt 5

INTRODUCCION Y SALUDOS

CON RESPECTO AL EQUIPO DE TRABAJO. ¿USTED COMO LIDER SELECCIONÓ SU EQUIPO DE TRABAJO?

Si, yo los seleccioné.

¿CUÁNTOS MIEMBROS HABÍA EN SU EQUIPO DE TRABAJO?

Seis o siete. Todo el personal clave que seleccioné fue de acuerdo a la experiencia a la actitud.

COMO ERA FABRICACIÓN, ¿INFLUYÓ EL TRUNO EN EL QUE LABORABAN?

Yo los ubiqué en un solo turno para que roten integrados cuando pude, porque no puedo sacar a 7 personas clave de la línea o asignarlas a un solo turno pero si traté de integrar la mayor cantidad de ellos para que estén juntos, a los que no estaban, me comuniqué, les dejé tareas específicas para que pudieran hacerlas en el turno que les tocaba. Al principio si fue un poco complicado organizarnos.

¿CÓMO FUE SU RELACIÓN CON EL SPONSOR DEL PROYECTO?

Con mi jefe (sponsor) excelente, muy bien, el apoyo fue total. Uno de los inconvenientes que si se presentaron en nuestro caso fue el factor tiempo por la rotación, realmente nosotros hacíamos un espacio durante los turnos para poder trabajar con el equipo, ese fue uno de los factores en los que se tuvo que ejercer presión a través del coach, a través de Marcos para pedirle un tiempo adicional al gerente, fue así que casi que después de un tiempo determinado, en la última etapa nos dieron espacio de un fin de semana (el día viernes) para nosotros salir de la operación (se refiere a salir de la fábrica) y poder dedicarnos 100% al el proyecto. En ese tiempo nos dedicábamos a revisar todos los entregables que nos daba Marcos, es decir, nosotros de ley trabajábamos toda la semana pero ya teníamos por lo menos ese espacio del día viernes para dedicarnos a los detalles y ver qué es lo que nos faltaba y ahí comenzar a trabajar. Quizás un aspecto que si me impactó a mí que debería

ser bueno es la disponibilidad de equipos. Por lo general siempre se necesita una laptop y no había disponibilidad para todas las personas de eso. Y se aglomeraban en mi escritorio, eso sí debería mejorar porque si usted no tiene un recurso ¿cómo se puede trabajar?. Teníamos que trabajar varias personas en una máquina o la persona solo se ponía al lado mío mirando, realmente eso debería ponerse en el reporte, no había disponibilidad.

EN LA CANTIDAD DE TIEMPO INVERTIDO EN EL PROYECTO ¿UD CONSIDERA QUE FUE SUFICIENTE?

(Se refiere a la comparación entre el principio cuando dijo que era poco el tiempo y la asignación del viernes como día libre). Fue un poco mejor porque al menos ya tenía un día a la semana, ese día si se avanzaba y se empezaba a cumplir estrictamente con el proyecto porque en primera instancia no fue tan organizado en las etapas que había que cumplir. Yo soy de la segunda ola, el primer grupo tuvo más complicaciones, yo hablo de las complicaciones que nosotros tuvimos, el tercer grupo quizás estuvo más organizado pero ya quedó, por ejemplo, eso de organizar el tiempo que lo peleamos nosotros. A veces te dicen pero si hay tiempo, pero nosotros rotamos. Yo busqué la manera de encontrar tiempo, haciendo que mi equipo rote conmigo y buscando los espacios y dándoles tareas separadas, en última instancia lo de los viernes en un lugar aislado, el CD para evitar que nos llamen. Si no hay tiempo es muy difícil, eso nos costó mucho y a todos les va a costar, la aplicación de la metodología DMAIC para Green belt necesita su espacio y dedicación, si no se hace eso no se va a ningún lado. Y si la gente que está con nosotros no está enfocada, tampoco se llega a nada. Yo lo puedo hacer solo pero voy a gastar mis recursos, voy a agotarme y a la final no funciona porque solamente lo estoy haciendo desde mi punto de vista, puedo ser yo técnico, jefe, o especialista pero es un solo punto de vista. En el caso de un proyecto, los especialistas son en este caso los operadores, ellos son los que deben dar su punto de vista y después con ellos mismos filtramos las variables, determinamos qué es lo que vamos a atacar y siempre de la mano de nuestro coach, es este caso marcos que también nos ayuda, aunque a veces lo queremos tener más tiempo pero cuando lo cogíamos lo absorbíamos todito, eso también puede ser un factor.

EN LA PARTE DEL APOYO DEL BLACK BELT, ¿EN QUÉ ETAPAS CONSIDERA QUE ES DE MAYOR INFLUENCIA?

En todas las etapas pero en las últimas, en las partes estadísticas más nos sirvió a nosotros. Más que todo cuando comenzamos a hacer análisis es un poquito más fuerte porque él nos ayuda a determinar a través de las variables si amerita, si es condición básica o si necesita un análisis a través de una hipótesis ver si nuestra variable nula está bien o está mal. En ese punto si nos dio soporte, porque no todos manejamos estadística básica y él nos direccionó desde la aplicación en el uso de minitab, creo que todo el mundo pataleó en eso *risas*. El acompañamiento desde el primer momento es con la bitácora, en control no es tanto, más es asesoramiento. En análisis ya debería estar

reforzado ese punto. Las clases las daba Sofía pero mi coach era Marcos, Sofía dicen que es más complicada *risas*. Marcos tiene un buen nivel de comunicación, usted puede tener un masterado o Phd pero si no llega a la persona no sirve de nada, va a saber solamente usted. Él, aparte de conocimientos tiene la capacidad o habilidad para hacer entender, creo que su estrategia es ir por lo más básico, así también me comunico yo con mi gente, eso es fundamental, la comunicación. Esa podría ser una fortaleza, el líder necesita tener con su equipo una buena comunicación, si lo hace solito el proyecto se cae.

¿USTED CREE QUE DE ESTOS FACTORES INFLUYERON EN CIERTAS ETAPAS DEL PROYECTO MÁS QUE EN OTRAS? (FACTORES DE LA LISTA)

No, creo que en todas influyen, porque el apoyo a la gerencia, lo del acompañamiento en todas las etapas es fundamental porque si la gerencia no está comprometida no hubiera seguido, es decir, dirían cosas como: “yo te di un tiempo y debes entregar el proyecto”, o hazlo tú mismo, en cambio ellos se preocupan porque brindar las facilidades.

La selección de un buen equipo es el éxito porque si no elijo un buen equipo me va a costar doble esfuerzo quizás direccionarlos o comprometerlos

¿LOS LIDERES DEL PROYECTO SON QUIENES ELIGEN EL EQUIPO?

Si, esa es una potestad que tenemos.

LAS PERSONAS QUE SON PARTE DEL EQUIPO RECIBEN ALGUNA CAPACITACIÓN O USTED MISMO LES INDICA, POR EJEMPLO, LO QUE DEBEN HACER Y SU ROL?

Claro, el rol de cada persona lo establecemos nosotros, incluso eso es parte de los entregables. Al inicio estaba un poco confuso, según se avanzó en las diferentes etapas se fue aclarando. Las 2 primeras fases son definir y medir pero las otras fases si requieren de un seguimiento constante. Ese seguimiento constante nos obligó también a nosotros a ir con nuestro equipo de trabajo y enseñarles para de alguna forma dividir el trabajo que hay que hacer.

LA SELECCIÓN DE PROYECTOS

La única condición que se nos puso es que el proyecto debería generar ahorro, si no había ahorro no iba.

LA COMUNICACIÓN EFECTIVA CON EL DMAIC

Ya lo conversamos

LOS OBSTACULOS (AQUÍ SE QUIERE VER CUALES SON LOS QUE HAN AFECTADO MÁS EN SU PROYECTO)

Lo que afecto fue el tiempo, lo veo como un obstáculo que lo superamos con ayuda del coach y reunión con el gerente, tuvimos algunas reuniones, el proyecto se estancó un poco.

¿CREE UD QUE EN ALGUNA ESTAPA SE ESTANCÓ MÁS QUE EN OTRA?

En las primeras etapas un poco pero fue porque nosotros realmente hicimos el proyecto con dos gerentes, empezamos los proyectos con un gerente de fábrica y se dio una transición, de acuerdo a la forma de trabajar de “la

Empresa" vino otro gerente, el que tenemos actualmente, Ernesto. Él cogió nuevamente la aplicación de DMAIC. En esa transición nos retrasamos un poquito pero ahí ya hubo un poco más de presión para poder cumplir, eso se puede decir que fue algo puntual porque si hubiera estado el mismo gerente las cosas hubieran continuado, pero como hubo ese desfase, o sea ahí nos quedamos hasta retomar nuevamente.

¿ESE ESTANCAMIENTO SE DIO DEBIDO A QUE QUIZÁS SE ENFRIARON LAS COSAS DEL PROYECTO?

Se enfrió un poco, sabíamos que teníamos que cumplir pero a veces uno espera la orden del gerente que diga ¡Hay que terminar!. Eso puede ser un factor que ha incidido en algunos grupos, creo que por ejemplo ahorita van por el cuarto grupo *no entendí*...

ESO CON EL TIEMPO Y DE LOS DEMÁS OBSTACULOS DE LA LISTA, ¿CUÁLES EN REALIDAD LE AFECTARON DE ALGUNA MANERA?

Quizás el de las herramientas estadísticas pudiera afectar pero en mi caso nosotros si tuvimos el soporte del coach, eso ya es parte nuestra no?

¿LO PONDRÍA COMO ALTA O MEDIA?

Ahí está que podría afectar pero nosotros si lo logramos superar porque tuvimos el apoyo del instructor, verdad? Si nos dio problema a muchos de nosotros.

EN QUÉ ETAPA EN ESPECIAL LES AFECTÓ?

Eso se ve en la etapa de medición y análisis, pero se superó con el soporte de ellos pero eso ya es cuestión de nosotros porque muchos de nosotros venimos de diferentes departamentos y algunas personas estaban haciendo una estadística, cosas nuevas, alguien sabía algo, yo veía algo básico pero muchos de las personas que entreviste les dirán eso. ¿Uds están entrevistando a los Green belts o a los que tiene un proyecto nomás?

A LOS GREEN BELTS QUE HAN TERMINADO PROYECTOS. EL ING MARCOS NOS INDICO A QUIENES ENTREVISTAR.

SE HABLA DE LAS PERSONAS QUE SON GREEN BELT Y QUIENES NO.. sigue buscando en la lista los factores que le afectan---

Algo que quizás nos faltó fue integrar a otras áreas, por lo general el proyecto debe ser, debe ser con, con integración de diferentes áreas, verdad? Como mi proyecto era de procesos, tuve gente de seguridad y gente del área técnica, quizás en un cierto punto lo que debemos lograr es que las otras áreas participen en el proyecto, la predisposición al cambio, en este caso la parte técnica, por ejemplo, yo tenía cosas técnicas que hacer que se me hizo mucho más difícil convencerlos (HUBO ALGÚN APOYO DE PARTE DEL JEFE DE ESAS PERSONAS?) y decirles necesito que me ayuden a pesar de que yo integré personal técnico. Ese punto si puede ponerlo, que realmente estén integradas otras áreas y recibir realmente el apoyo cuando se lo requiere de los jefes departamentales de otras áreas que tal vez no tienen el foco o no sabes quizás la importancia de la metodología, ese fue un obstáculo que yo tuve.

SE DEBERÍA TAL VEZ PODER INDICARLES POR QUÉ SE NECESITA A LA PERSONA DEL DPTO.

Claro y no solo eso, sino poder hacerles entender por qué necesito que me ayuden a cerrar brechas y establecer ciertas condiciones básicas, entonces ahí si tuve unos cuantos inconvenientes en ese sentido y creo que entonces muchos lo han de tener, por ejemplo yo soy finanzas y requiero un apoyo de calidad porque el sistema y la metodología te dice que debe ser multidisciplinario, verdad? Pero eso a veces se pone quizás como relleno, porque realmente involucrarlos es un poco más difícil, yo tuve gente de calidad que si medió cierto apoyo, técnico también pero la parte técnica, esa me faltó un poquito más de...

POR QUÉ PASÓ ESO?

Yo tenía que hacer unos análisis que no podía hacerlos yo porque no era mi competencia entonces ahí tuve que presionar directamente a través de gerencia para que me ayuden, lo que no debía ser. Entonces si puede ponerlo porque puede haber otros grupos que les suceda.

ESO SE REFIERE A LA PARTE DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS?

Más que todo es en implementación, análisis y control.

EN CUANTO A MANTENER MEJORAS DEL PROYECTO, ESTO ES SOSTENIBILIDAD. DEL PROYECTO QUE UD HIZO, ¿SIGUE FORMANDO PARTE DE ESA ÁREA DE TRABAJO?

Si, por eso yo lo monitoreo porque es un indicador importante en mi área de trabajo, el que manejamos ahí, un costo de no calidad, que así lo llevamos, realmente lo vamos midiendo, entonces como fue mi proyecto sigo monitoreándolo y seguimos,, porque es parte del proceso realmente, no?

EL PROCESS OWNER DEL PROCESO ERA USTED?

Yo era parte del dueño del proceso, porque el dueño del proceso por lo general es el jefe del área, yo soy el jefe de coco, casi igual – risas—un peldaño más abajo en la misma área.

ENTONCES UD MISMO FUE EL QUE SE ENCARGÓ DE SOSTENER EL PROYECTO Y SIGUE MONITOREÁNDOLO TODAVÍA

Sí, porque por lo general los líderes de proyecto tratan de elegir algo que sea afín a su actividad, verdad? Para de alguna forma aprovechar la experiencia que uno tiene y poder desenvolverse mejor y por eso uno comienza e integra al equipo y busca de otros recursos, en el caso de producción. Por ejemplo habían otros líderes que trabajaban en otras áreas, costo o ventas y ellos se enfocaban en las actividades que ellos realizaban, una persona de ventas no se va a enfocar en algo de producción, se va a hacer mucho más complicado, aunque no es imposible porque la metodología es la misma y puede ser aplicada en diferentes procesos realmente pero es mucho más fácil que lo lidere alguien que está mucho más relacionado directamente con lo que quiere mejorar. Yo veo como un punto que logras el éxito que el líder sea del área que se quiere mejorar porque mejora el interés y se involucra más aparte de que se acola mejor trabajando con su personal. Para proyectos de Green belt

se eligió jefes o mandos medios como se llamaba antes para aprovechar ese liderazgo que tienen. CLARO ESO ES PARTE DE LA METODOLOGÍA.

Claro , eso es un ventaja porque en mi caso quise buscar apoyo de un nivel más alto pero tuve obstáculos y debí ingeniarme otros mecanismos en cuanto a jefes compañeros y algunas gerencias porque era algo que me estaba molestando a mí y yo requería de ese apoyo, al final lo logré pero puede ser un obstáculo para otra persona. Yo lo tomé como un reto personal y era o era porque después me iban a decir que por qué no avisé, realmente tuve que ingeniármelas pero lo hice.

ESTOS PUNTOS QUE UD MENCIONA AQUÍ AL FINA DE LA HOJA SON LOS PROBLEMAS DE RESISTENCIA AL CAMBIO QUE YA DISCUTIMOS?

Si, algunas de las personas que eran de otras áreas y parte de mi equipo de trabajo eran subalternas y no tenían tal vez poder de decisión en algunas de las cosas como, por ejemplo, hay que invertir mil dólares para poder hacer esto. Yo tuve que hacer una inversión para un análisis y de esa manera poder demostrar mi hipótesis de que yo tenía una pérdida por ejemplo. Entonces eso fue lo que me costó

ENTONCES NO FUE SOLO RESISTENCIA AL CAMBIO SINO TAMBIEN FINANCIERA O RECURSOS.

Parte financiera si, pero tampoco tanto porque si ud ve que va a tener un gran ahorro con una inversión de \$1300 dólares es irrisorio realmente y eso también es una resistencia al cambio.

O SEA ENTONCES UD NO TUVO NINGUN PROBLEMA EN FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO?

Solo en ese punto porque no dependía de mi mandar a hacer el estudio. FUE EN LA PARTE DE ANALISIS?

Si, fue en esa parte

DE AHÍ EN LA PARTE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA TOTAL NO HUBO PROBLEMAS?

No, hicimos los reportes de las condiciones básicas que había que hacer, le mandamos el informe a gerencia con las personas involucradas directamente y les indicamos que eso era lo que queríamos y eso se mantiene. Ha habido algunos cambios y vuelvo nuevamente y lo envió como parte del proceso que se hace día a día, ese es un beneficio que yo tengo, que tiene el proyecto, porque si el proyecto cae, la fábrica se ve impactada. Entonces yo presiono con el hecho de que este es un proyecto con 2 años de sostenibilidad con un ahorro de \$70000 dólares, si alguien ve que esto se cae va a presionar.

ENTONCES ESTE ULTIMO PUNTO, DIFICULTAD PARA MANTENER LAS MEJORAS, QUE PROBLEMAS HA TENIDO CON MANTENER LAS MEJORAS?

Cuando hay algún cambio en el proceso. Hemos tenido problemas técnicos, por ejemplo, entonces hay muchas condiciones básicas que se han perdido y como es el proceso que yo manejo todos los días, ha impactado. El proyecto está relacionado con sobrepeso en galleta XXXX. Entonces yo dependo de

que los equipos estén establecidos como condiciones básicas. Entonces si hay algún problema en la vibración o en la masa me va a impactar a mí, o si hay algún problema de una condición básica que se cae en el horneado va a impactar al proyecto. Si hemos tenido algunos inconvenientes.

ESO COMO LO CONTROLAN?

Nosotros tratamos de controlar por ejemplo si es horno con los perfiles pero si hay alguna condición básica que se cae me va a afectar y de esa manera yo sigo monitoreando donde se originan los problemas usando la herramientas de análisis para seguir validando el problema.

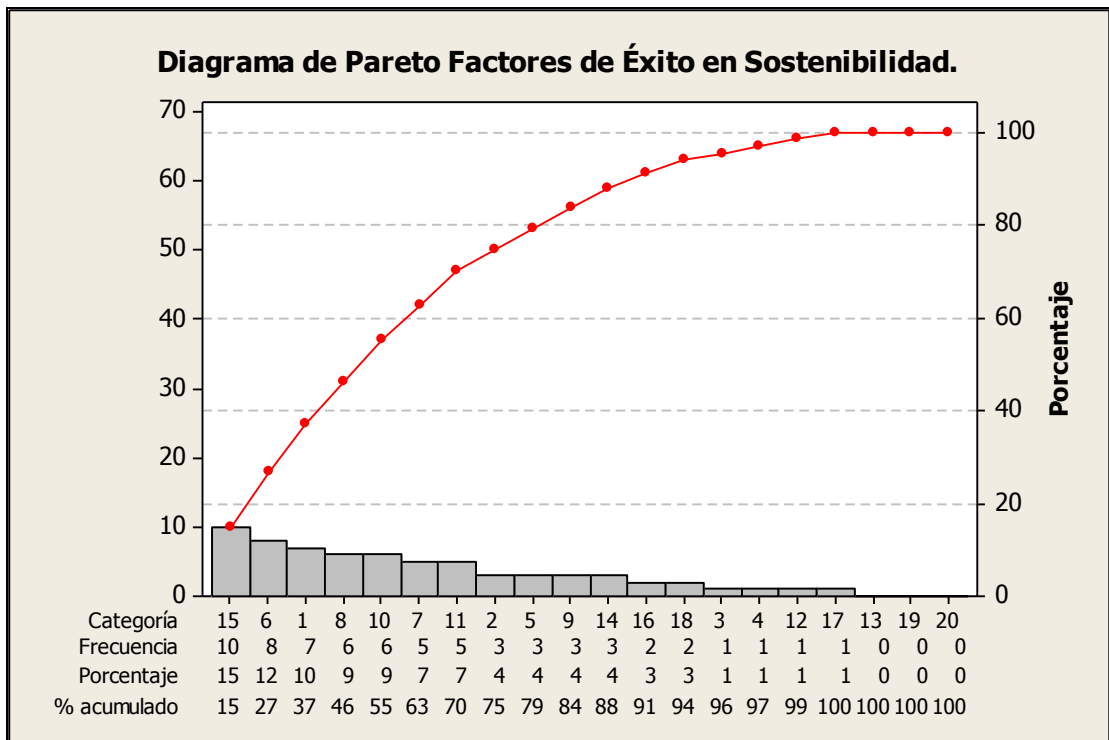
CLARO ADEMÁS DE ESO UD IDENTIFICA EL PROBLEMA RÁPIDAMENTE.

Claro. Mire, nosotros hacemos mantenimientos anuales y a mí se me prendió el foco y a través del análisis de condiciones básicas les indique a los operadores que hagan un seguimiento de cuáles son las condiciones básicas y cuáles necesitan ser restablecidas y en ese mantenimiento anual revisarlas todas y reestablecerlas en caso de ser necesario.

AGRADECIMIENTO Y DESPEDIDA.

Anexo 2

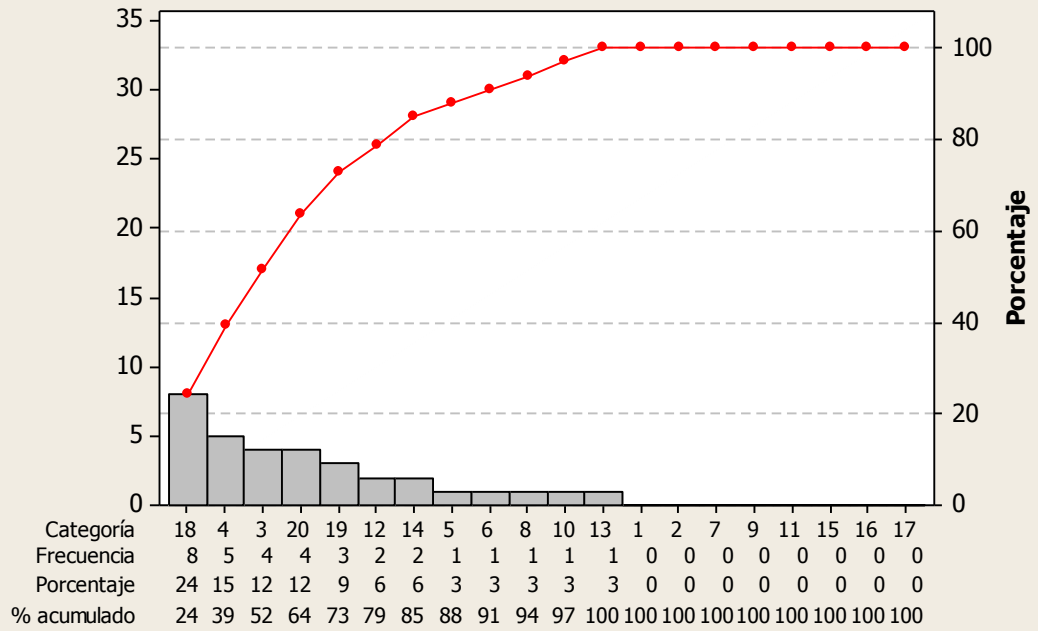
Figura 5.1 Diagrama de Pareto para Factores de Éxito.



Anexo 3

Figura 5.2 Diagrama de Pareto para Factores de Éxito.

Diagrama de Pareto Barreras a la Sostenibilidad.



BIBLIOGRAFÍA

- [1]. I Six Sigma, 2010, The History of Six Sigma (Disponible en: <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/history/history-six-sigma/>), (Consultado el: 27 de Febrero del 2013)
- [2]. ROCKART, 1979, Chief executives define their own data needs, Harvard Business Review, Vol. 57 N. 2 pp. 238 – 41.
- [3]. Banuelas Coronado and Antony, 2002, Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations, The TQM Magazine, Vol. 14, No.2, pg: 92 – 99.
- [4]. RODIN Wayne A. & BERUVIDES Mario G., 2012, A Cost of Quality Economic Analysis of a Six Sigma Program at a Government Contractor, Engineering Management Journal Vol. 24 No. 2.
- [5]. PYZDEK THOMAS, 2000, The Six Sigma Project Cycle.
- [6]. REYES AGUILAR PRIMITIVO, 2008, Seis Sigma Básico, Pg. 12.
- [7]. GEORGE ECKES, 2003, Six Sigma For Everyone, Pg. 30 – 40.
- [8]. BICHENO Y HOLWEG, 2009, The Lean Toolbox.
- [9]. MC CARTY, BREMER, DANIELS AND GUPTA, 2004, The Six Sigma Black Belt Handbook, Pg. 52
- [10]. Bright Hub PM, 2011, The Project Manager (Disponible en: <http://www.brighthubpm.com/six-sigma/104740-developing-baselines-in-six-sigma>, Consultado el: 14 de mayo del 2013/)

- [11]. ALTECO CONSULTORES, Diagrama de Afinidad, (Disponible en: <http://www.aiteco.com/diagrama-de-afinidad/>, Consultado el: 16 de mayo del 2013).
- [12]. First Consulting Group, 2011, AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) (Disponible en: <http://www.firstconsultinggroup.com.mx/AMEF.asp>), (Consultado el: 2 de marzo del 2013)
- [13]. Llopis Pérez Jaume, Dic. 20 del 2012, Tema 15: ANOVA (Disponible en: <http://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2012/12/20/tema-15-anova/>), (Consultado el: 4 de marzo del 2013).
- [14]. HALWEB, Diseño factorial 2^k (Disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/Disenno/tema3DE.pdf>) (Consultado el: 4 de marzo del 2013)
- [15]. GOH, 2002, A Strategic Assessment of Six Sigma, QUALITY AND RELIABILITY ENGINEERING INTERNATIONAL.
- [16]. Harry y Schoroeder, 1999, Six SIGMA: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations.
- [17]. Dale, Boaden, Wilcox y McQuarter, 1997, Sustaining total quality management: What are the issues?, The TQM Magazine.
- [18]. PANDE, NEUMAN, CAVANAGH, 2000, The Six Sigma Way.
- [19]. BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1990, An introduction to Quality. Disponible en: www.bsieducation.org/standardsinaction. Consultado el: 1 de febrero del 2014.

[20]. YIN, 2003, Case Study Research: Design and Methods, 3° edición.

[21]. Sociedad latinoamericana para la calidad, 2000, (Disponible en:<http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/An%C3%A1lisis%20Costo%20beneficio.pdf>) Consultado el: 1 de Enero del 2014.