

*FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES*

*Tesis en Opción al Grado Académico de  
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL -  
MENCIÓN CALIDAD*

*Título: Procedimiento para la aplicación de la metodología  
de mejora de procesos Seis Sigma en  
CUVENPETROL, S.A - Refinería Cienfuegos.*

*Autora: Lic. Belkis Martínez Fernández*

*Tutor: M.Sc Ing. Lázaro M. Borrroto Pérez*

*Año 2013*

*Pensamiento*

---



*“No pretendamos que las cosas cambien si siempre hacemos lo mismo”.*

*Albert Einstein*

# *Dedicataria*

---



*A mi hijo, por ser el gran impulsor de mi voluntad y junto a mi esposo, el  
sostén de tantas horas de esfuerzo y labor.*

*A mi Madre, que aunque no esté entre nosotros en este momento, siempre  
me guió por el camino correcto y me impulsaba a superarme cada día  
más.*

# *Agradecimiento*

---



*A Aníbal por apoyarme siempre en todo lo que me hizo falta durante la maestría y en la recta final ser el apoyo que tanta falta hace.*

*A mi tutor por los conocimientos, experiencias aportadas y del tiempo que le dedicó a esta investigación y además, soportarme por todos estos años.*

*Muchas Gracias a todas las personas que de una forma u otra han contribuido para que esto sea posible.*

# *Resumen*

---



### RESUMEN

El presente trabajo se realizó en CUVENPETROL. S.A, Refinería Cienfuegos con el objetivo fundamental de implementar la metodología de mejora de procesos Seis Sigma en el marco del sistema de gestión que se aplica actualmente en la organización, el cual mantiene su certificación ISO 9001:2008 desde el año 2009..

Entre los resultados principales se define cómo lograr la inserción de la metodología Seis Sigma en el sistema de gestión de la organización basándose en el despliegue y profundización del mapa de procesos que lo soporta; se desarrolla el procedimiento mediante el cual se define el enfoque Seis Sigma adecuado a las condiciones particulares de la Refinería Cienfuegos; se desarrolla el programa de acciones que posibilita su aplicación progresiva a corto, mediano y largo plazo; se ejecutan las acciones en el corto plazo, que incluyen la realización de proyectos Seis Sigma, estos proyectos son exitosos con impacto favorable en el desempeño de la organización y se muestran de manera detallada los resultados alcanzados en uno de los proyectos ejecutados.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio y que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.

**Palabras claves:** Seis Sigma, mejora continua, mejora de procesos, gestión de procesos.

# SUMMARY



### SUMMARY

This work was done in CUVENPETROL, S.A, Cienfuegos Refinery with the ultimate goal of implementing the methodology of process improvement Six Sigma within the management system currently applied in the organization, which maintains its ISO 9001:2008 certification since 2009.

Among the main results defines how to achieve the inclusion of Six Sigma methodology in the management system of the organization based on the deployment and deepening of the process map that supports it; develops the procedure that defines the Six Sigma approach appropriate to the particular conditions of the Cienfuegos Refinery; develops the program of actions enabling progressive implementation in the short, medium and long term; short term actions were executed, including Six Sigma projects, these projects were successful with favorable impact on organizational performance and is shown in detail the results obtained in one of the projects implemented.

Finally conclusions are issued also the recommendations from the study to define a path suitable for monitoring to continue the theme developed in the investigation.

**Keywords:** Six Sigma, continuous improvement, process improvement, process management

# *Índice*

---



## ÍNDICE

### RESUMEN

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>5</b>
<b>1. Mejora continua del desempeño organizacional</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Modelos de excelencia</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1 Modelo Malcolm Baldrige</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Sistemas de gestión basados en estándares internacionales</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1 Sistema de gestión ISO 9000</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2 Sistemas integrados de gestión</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Cuadro de mando integral</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Gestión de procesos</b>	<b>12</b>
<b>1.4.1 Características de la gestión por procesos</b>	<b>14</b>
<b>1.4.2 El carácter sistémico de la gestión por procesos</b>	<b>14</b>
<b>1.5 Metodología Seis Sigma</b>	<b>18</b>
<b>1.5.1 Origen</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2 Definiciones de Seis Sigma</b>	<b>19</b>
<b>1.5.3 Objetivos de Seis Sigma</b>	<b>20</b>
<b>1.5.4 Metodología DMAIC</b>	<b>20</b>
<b>1.5.5 Personal Seis Sigma y sus roles</b>	<b>21</b>
<b>1.5.6 Ventajas de Seis Sigma</b>	<b>23</b>
<b>1.6 Metodología Lean</b>	<b>23</b>
<b>1.7 Metodología Lean Seis Sigma</b>	<b>25</b>
<b>1.8 Conclusiones parciales del capítulo I</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA REFINERÍA CIENFUEGOS.</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Caracterización de la entidad objeto de estudio</b>	<b>27</b>
<b>2.2 Inserción de la metodología Seis Sigma en el Mapa de Procesos del sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos</b>	<b>33</b>
<b>2.3 Procedimiento para la aplicación de la metodología Seis Sigma</b>	<b>34</b>
<b>2.3.1 Metodología para la gestión de los proyectos Seis Sigma en Cuvenpetrol S.A. Refinería Cienfuegos</b>	<b>35</b>

<b>Secuencia de acciones de la metodología</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Conclusiones parciales del capítulo II</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS SEIS SIGMA EN LA UNIDAD DE NEGOCIOS REFINERÍA CIENFUEGOS</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Programa para la aplicación del procedimiento en el corto, mediano y largo plazo.</b>	<b>48</b>
<b>3.2 Aplicación del procedimiento en el corto plazo.</b>	<b>51</b>
<b>3.2.1 Primera hornada de proyectos Seis Sigma – Evaluación y selección de proyectos.</b>	<b>51</b>
<b>3.2.2 Primera hornada de proyectos Seis Sigma – Resultados de un proyecto aplicado al proceso M6.3 Auditorías Internas.</b>	<b>52</b>
<b>Fase I Definir</b>	<b>53</b>
<b>Fase II Medir</b>	<b>57</b>
<b>Fase III Analizar</b>	<b>61</b>
<b>Fase IV Mejorar</b>	<b>66</b>
<b>Fase V Controlar</b>	<b>66</b>
<b>3.3 Conclusiones parciales del Capítulo III</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	

# *Introducción*

---



### INTRODUCCIÓN

La importancia de la industria petrolera a nivel mundial es indiscutible. La explotación de los yacimientos petroleros comenzó hace un siglo y, hoy día, la sociedad depende fuertemente del petróleo y sus derivados para la producción de energía y de materias primas para diversas industrias.

En Cuba, la industria del petróleo se encuentra en franco desarrollo y crecimiento. El país cuenta con una creciente actividad de prospección de petróleo y gas natural. Igualmente crecen las labores de extracción y se proyecta una mayor capacidad de refinación (expansión de la Refinería Cienfuegos, Construcción de una nueva refinería en Matanzas, ampliación de la Refinería Hermanos Díaz de Santiago de Cuba).

Por las características propias del mercado de hoy, es importante crear productos más efectivos, pero sobretodo soluciones mucho más eficaces. Estos elementos han estimulado el estudio de los procesos, donde se pueden encontrar soluciones que aporten directamente y con mayor control a las estrategias trazadas.

La globalización de los mercados y los altos niveles de exigencia para las empresas, ha llevado al desarrollo de las técnicas y herramientas de mejoramiento continuo de procesos. Las empresas están obligadas a hacer un ejercicio introspectivo que les sirva para mejorar su proyección en el mercado y, para ello, una de las metodologías que se presenta como la solución más idónea y eficiente es Seis Sigma.

La Refinería de Cienfuegos, perteneciente a la empresa mixta binacional Cuba-Venezuela CUVENPETROL, S.A desarrolla las actividades de mejora continua en el marco de un sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008, los resultados en este sentido son satisfactorios, de hecho ha mantenido y renovado la certificación de este sistema alcanzada inicialmente en marzo del 2009, y además resultó ganadora del Premio Provincial de Calidad Cienfuegos 2009, no obstante a ello, se presentan problemas ocasionales tales como:

- Incidentes operacionales que provocan paradas de plantas y reprocesos;
- Contaminaciones de productos terminados;
- Rendimientos de productos por debajo de lo planificado;
- No conformidades del sistema de gestión
- Tiempos de ciclo prolongados en determinados procesos y actividades.

Por otra parte, la realización de acciones de seguimiento y medición del entorno de la (benchmarking) con enfoque en el proceso de mejora continua muestran que la refinería podría alcanzar resultados más favorables para sus clientes, accionistas y demás partes

interesadas, de aplicarse sistemáticamente una metodología robusta (de clase mundial) para la mejora de procesos, en este caso Seis Sigma, utilizada por muchas empresas líderes mundiales, constituyendo una oportunidad que bien pudiera ser aprovechada por la refinería en aras de reforzar su gestión para el éxito sostenido.

Con base a lo anteriormente expuesto se define el problema científico de la investigación:

### Problema Científico

¿Cómo establecer e implementar un procedimiento de clase mundial para emprender mejoras significativas y progresivas proyecto a proyecto en los procesos y productos de la Refinería Cienfuegos?

### Planteamiento de la hipótesis

La aplicación de un procedimiento para emprender mejoras significativas y progresivas proyecto a proyecto en los procesos y productos de la Refinería Cienfuegos, permitirá alcanzar de manera progresiva niveles superiores en la eficacia y eficiencia de sus procesos, proporcionándole más valor a sus clientes, accionistas y otras partes interesadas.

### Definición de Variables

**Variable independiente:** Procedimiento para emprender mejoras significativas y progresivas a los procesos y productos de la Refinería Cienfuegos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma.

**Variable dependiente:** Eficacia y eficiencia de los procesos a los cuáles se les aplica la metodología Seis Sigma (impacto en las no conformidades, en los tiempos de ciclo, en los costos).

### Conceptualización de variables

Procedimiento para el mejoramiento: secuencia de pasos que describen las acciones a realizar para la preparación del equipo de trabajo, definición, medición, análisis, mejora y control de los procesos a los que se les aplique la mejora.

Eficacia de procesos: grado en que se realizan las actividades de un determinado proceso y se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia de procesos: relación entre el resultado alcanzado en el proceso y los recursos utilizados.

### Operacionalización de variables

Procedimiento para el mejoramiento: a través de indicadores descritos en el proceso, estos incluirá la medición del nivel de terminación de los proyectos, nivel de éxito de los proyectos y ahorros alcanzados por proyectos concluidos.

Eficacia: se determinará a través de indicadores propios de la metodología Seis Sigma, estos incluirá la medición del nivel sigma del proceso, la capacidad del proceso

Eficiencia: se determinará a través de indicadores propios de la metodología Seis Sigma, incluirá la disminución de los costos del proceso, de los tiempos de ciclo, de los costos de calidad.

La hipótesis quedará validada si:

- ❖ El procedimiento se establece en el marco del sistema de gestión de la calidad de la organización, constituyendo un nuevo proceso que interactúa armónicamente con los restantes procesos, el cual se implanta de manera progresiva de acuerdo al programa trazado, estando sujeto a mediciones periódicas, a auditorías y a la mejora continua de su gestión.
- ❖ Los primeros proyectos de mejora realizados son exitosos, es decir logran mejorar significativamente la capacidad (sigma) de los procesos a los cuales se aplicaron.

Por esto en la investigación se plantea como **objetivo general**:

**Diseñar un procedimiento de mejora de procesos que utilice la metodología Seis Sigma en Refinería Cienfuegos, que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma ISO 13053-1:2011.**

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes **objetivos específicos**:

- Insertar e institucionalizar en el mapa de procesos del sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos la metodología de mejora de procesos Seis Sigma.
- Diseñar un procedimiento que permita adaptar los diferentes enfoques existentes de la metodología de mejora de procesos Seis Sigma a las condiciones propias de la Refinería Cienfuegos.
- Diseñar el programa de implementación del procedimiento a corto, mediano y largo plazo orientado a gestionar el cambio necesario, así como a la asignación progresiva de recursos.
- Emprender las acciones de la estrategia a corto plazo, incluyendo la realización de los primeros proyectos de mejora Seis Sigma a los procesos seleccionados, de acuerdo al procedimiento diseñado.

La **justificación de la investigación** está dada por los beneficios que aporta la aplicación de este procedimiento a corto, mediano y largo plazo, lo cual se traduce en:

- reducir las no conformidades en los procesos y productos de la organización;

- reducir los tiempos de ciclo de aquellos procesos, cuyos resultados impactan significativamente el cumplimiento de los objetivos de la ;
- disminuir los incidentes operacionales con impacto adverso en la seguridad, en la salud ocupacional, el medio ambiente y en la eficiencia de la ;
- reducir el consumo de portadores energéticos;
- disminuir las pérdidas de todo tipo en la organización.

El trabajo quedó estructurado de la siguiente forma:

En el Capítulo I se desarrolla el marco teórico referencial que contiene varios de los métodos y herramientas que utilizan las organizaciones en la actualidad para mejorar continuamente su desempeño: modelos de excelencia; sistemas de gestión basados en uno o más estándares internacionales (ISO 9000, ISO 14000 y otros); cuadro de mando integral (Balanced Scorecard); la gestión por procesos; la metodología Seis Sigma; la metodología Lean; y la metodología Lean Seis Sigma haciendo mayor énfasis en la metodología Seis Sigma. Se analiza además en este capítulo la factibilidad del empleo simultáneo e integrado de varios de estos métodos y herramientas.

En el capítulo II se realiza una caracterización de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos haciendo énfasis en su evolución histórica desde el punto de vista de la calidad y de la gestión de procesos; se define cómo lograr la inserción de la metodología Seis Sigma en el sistema de gestión de ésta basándose en el despliegue y profundización del mapa de procesos de la organización; se describe el procedimiento mediante el cual se adopta el enfoque Seis Sigma a las condiciones de la Refinería.

En el capítulo III se diseña el programa de implementación del procedimiento a corto, mediano y largo plazo, y se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento en el corto plazo; se muestran los resultados de uno de los primeros proyectos de mejora Seis Sigma que se emprendieron de acuerdo al procedimiento implementado, en este caso se desarrolló la mejora del proceso M6.3 Auditorías;

# Capítulo: 1

---

*Marco Teórico Referencial*



### CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

En este capítulo se exponen y comentan varios de los métodos y herramientas que utilizan las organizaciones en la actualidad para mejorar continuamente su desempeño en aras de satisfacer y deleitar a sus clientes, cumpliendo con todos los requisitos y exigencias de las demás partes interesadas. Se hace mayor énfasis en la metodología Seis Sigma, la cual constituye el tema de estudio de la presente investigación.

En la Figura 1 aparece el hilo conductor de este capítulo.

#### **Mejora continua del desempeño organizacional.**

Mantenerse en el mercado y crecer no solo es la meta de cualquier organización, sino también un reto, ya que las necesidades, requisitos, regulaciones y exigencias del entorno son cada vez mayores, y si las organizaciones no se involucran en programas y proyectos encaminados a mejorar continuamente su desempeño corren el riesgo de perecer o “salir del juego”.

Entre los principales métodos y herramientas que se emplean en la actualidad para mejorar continuamente el desempeño organizacional están:

- los modelos de excelencia;
- los sistemas de gestión basados en uno o más estándares internacionales (ISO 9000, ISO 14000 y otros);
- el cuadro de mando integral (Balanced Scorecard);
- la gestión por procesos;
- la metodología Seis Sigma;
- la metodología Lean;
- y la metodología Lean Seis Sigma (integración armónica en la organización de Lean con Seis Sigma);

El empleo simultáneo e integrado de varios e incluso de todos estos métodos y herramientas para la gestión de una organización que busca la mejora continua de su desempeño es posible y factible ya que cada uno de ellos hace su aporte individual y/o se complementan unos con otros (ver la relación entre los diferentes métodos/herramientas en el (Anexo 1). Por supuesto, muchas organizaciones no poseen los recursos ni la cultura necesaria para aplicarlas todas simultáneamente, deberán en este caso seleccionar las que más se adapten a sus condiciones específicas. A continuación se exponen cada uno de esos métodos y herramientas.

#### **1.1 Modelos de excelencia.**

Para favorecer la Gestión de la Calidad (GC) se han desarrollado los Modelos de Excelencia. Estos modelos tratan de actuar como guías para el desarrollo de la GC y se utilizan como

plataforma para otorgar premios que reconocen a las organizaciones con mayor grado de excelencia en este empeño. Entre los modelos más reconocidos internacionalmente se encuentran:

- Modelo Malcolm Baldrige en Estados Unidos.
- Modelo EFQM<sup>1</sup> de Excelencia aplicable al contexto europeo.
- Modelo Deming en Japón.
- El Premio Shingo (Shingo Prize).

La actual evolución económica que va dirigida hacia un entorno cada vez más competitivo, con menos fronteras económicas, y una creciente globalización, ha hecho que las empresas se replanteen los términos de Calidad y Excelencia, que más allá de sus orígenes históricos y evolución reciente, hoy se utilizan para introducir la mejora continua en la gestión, para mejorar los resultados globales de la organización.

### 1.1.1 Modelo Malcolm Baldrige

En los Estados Unidos, desde 1987 se desarrolla un modelo propio, Malcolm Baldrige, como reacción ante el incremento de las importaciones de productos japoneses. Es el modelo de Calidad total más difundido en este país y en los de su entorno.

Villagra opina que el modelo Malcolm Baldrige está diseñado para ayudar a las organizaciones a utilizar un enfoque integrado para la gestión del desempeño organizacional. (Villagra, J.A., 2010)

El modelo define como valores clave: la Calidad orientada al cliente, el liderazgo, la mejora continua, la participación y el desarrollo de las personas, la respuesta rápida al mercado, el diseño y la prevención de Calidad, la visión a largo plazo, la gestión por datos, el desarrollo de cooperaciones interna y externa y la responsabilidad corporativa y ciudadana. (Villagra, J.A., 2010).

Este modelo se fundamenta en el apoyo a la medición de índices y parámetros y en el benchmarking como forma de mantener la ventaja competitiva de la organización. (Nieves, C.D. and Ros, L., 2006)

---

<sup>1</sup> EFQM: European Foundation for Quality Management (Fundación Europea para la Gestión de la Calidad).

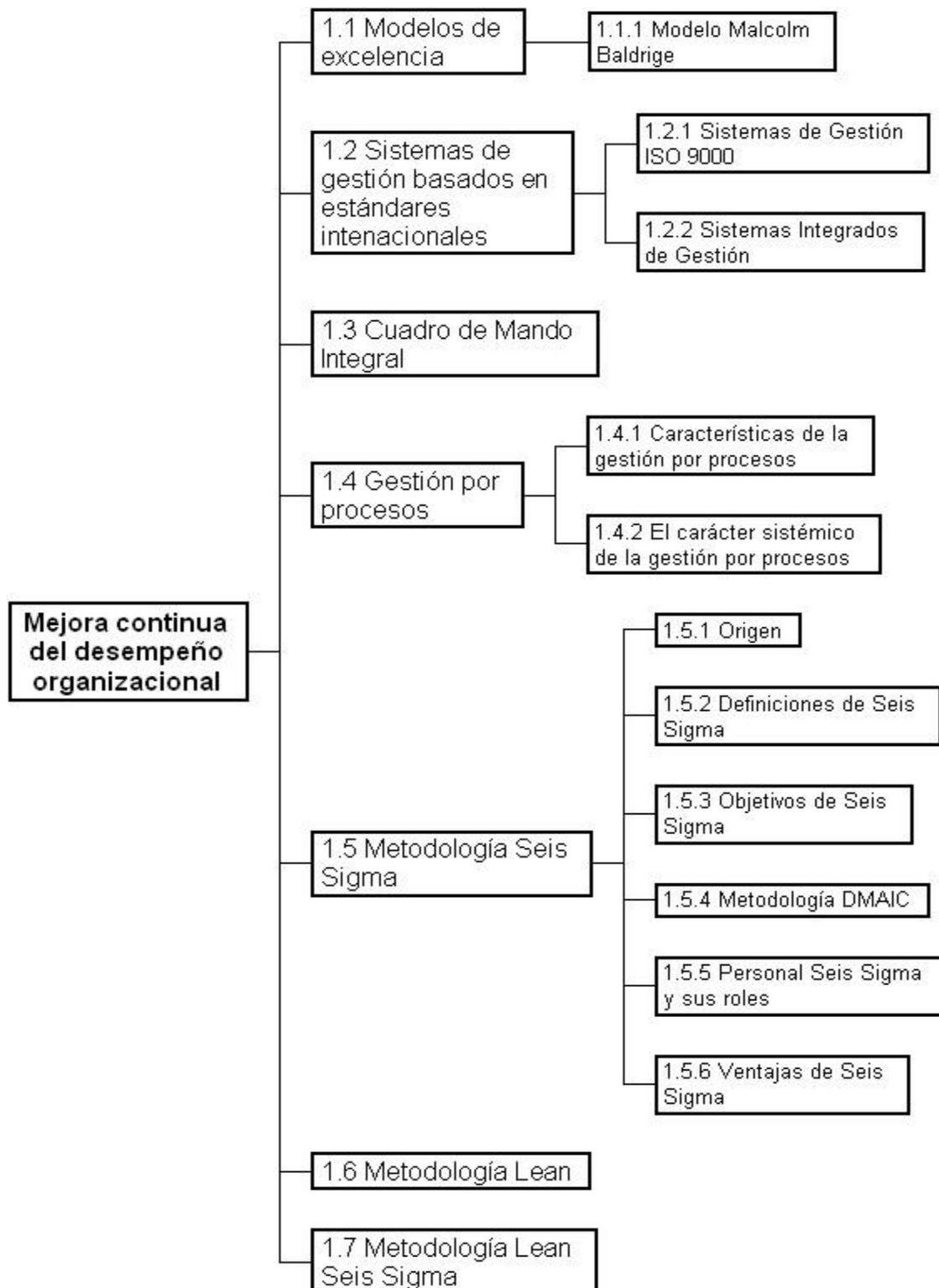


Figura 1.1 Hilo Conductor del capítulo Marco Referencial. Fuente: Elaboración propia



**Figura 1.2. Criterios del Modelo Malcolm Baldrige. Fuente:**

[http://www.nist.gov/baldrige/publications/upload/2013-2014 Business Nonprofit Criteria Free-Sample.pdf](http://www.nist.gov/baldrige/publications/upload/2013-2014_Business_Nonprofit_Criteria_Free-Sample.pdf)

Este Modelo de Excelencia proporciona una perspectiva de sistema para gestionar la organización y sus procesos clave, con el objetivo de alcanzar resultados o un desempeño de excelencia. Los siete Criterios y los Valores y Conceptos Centrales constituyen los bloques de la estructura y el mecanismo de integración del sistema. Sin embargo, una gestión exitosa del desempeño requiere síntesis, alineación e integración, específicos a cada organización. (Villagra, J.A., 2010).

En los Criterios para la Excelencia en el Desempeño (Baldrige, 2011-2012) se plantea:

“Puede que su organización sea pequeña o grande; que se dedique a la fabricación, a prestar servicios, a gobernar o a funciones no lucrativas; puede que tenga un solo emplazamiento o varios de ellos en todo el mundo; en cualquiera de estos casos, los Criterios para la Excelencia en el Desempeño le proporcionan el marco propicio para ayudarlo a planificar, ejecutar y medir sus resultados en un ambiente de incertidumbre. Esos Criterios lo pueden ayudar también en la selección de herramientas tales como: ISO 9000, Lean, el Cuadro de Mando Integral y Seis Sigma”. Baldrige, 2011 – 2012. Criteria for Performance Excellence.

“Los enfoques hacia la mejora del desempeño, que son compatibles con el enfoque de sistema que proporciona el modelo Baldrige deben estar relacionados con las necesidades de la organización y entre ellos se pueden incluir: la implementación de un Sistema Empresarial Lean, la aplicación de la metodología Seis Sigma; el uso de las normas ISO (ejemplo 9000 ó 14000) o el empleo de otras herramientas de mejora de procesos e innovación”

Es decir, que el modelo Baldrige contempla dentro de su marco conceptual la implementación de otros métodos y herramientas que complementan y fortalecen la gestión de la mejora continua del desempeño organizacional (ver Anexo 1), los cuales se exponen a continuación.

### 1.2 Sistemas de Gestión basados en estándares internacionales

Los sistemas de gestión basados en estándares internacionales constituyen uno de los métodos o herramientas de mejora continua del desempeño más utilizados a nivel mundial, en Europa y en Cuba constituyen el Método primario o marco base de mejora continua por excelencia (ver Anexo 1), lo cual no excluye el empleo de otros métodos o herramientas que complementen o refuercen su eficacia.

Varios de los estándares internacionales que constituyen modelos de sistemas de gestión son desarrollados por la Organización Internacional de Normalización (ISO), ejemplo: ISO 9000 *Calidad* e ISO 14000 *Medio Ambiente*, algunos son desarrollados de conjunto entre la ISO y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), ejemplo ISO/IEC 27000 *Seguridad de la información* e ISO/IEC 20000 *Gestión de Servicios TI* y los menos son desarrollados por otras instituciones, ejemplo OHSAS 18001 *Gestión de Seguridad de la Información*.

Aún cuando estos modelos son desarrollados y emitidos por instituciones internacionales, en algunas ocasiones la idea o versión inicial de éstos tiene su origen en una norma nacional.

Los sistemas de gestión basados en estándares internacionales han tenido una acelerada evolución, a partir de la primera serie de normas ISO 9000 del año 1987.

En la Tabla 1 se expone algunas de las normas de sistemas de gestión más utilizadas en la actualidad.

**Tabla 1.1 Modelos de Sistemas de Gestión. Fuente: Elaboración propia.**

Código	Ámbito
ISO 9001	Calidad
OHSAS 18001	Seguridad y salud en el trabajo
ISO 14001	Medio ambiente
ISO 10012	Gestión de las mediciones
ISO/IEC 27001	Seguridad de la información
ISO/IEC 20000-1	Gestión de Servicios TI
ISO 22000	Inocuidad de los Alimentos

ISO 31001	Gestión de riesgos
ISO 50001	Gestión Energética

## 1.2.1 Sistemas de Gestión ISO 9000

La serie de normas de sistemas de gestión ISO 9000 es la más conocida y utilizada de todas las existentes a nivel mundial, eso viene dado no solamente por haber sido la primera en ser emitida en 1987, sino por el éxito alcanzado en la implementación y certificación de sistemas de gestión de la calidad por la norma ISO 9001. Desde hace ya algunos años más de un millón de empresas han alcanzado la certificación ISO 9001, lo cual constituye por sí solo un aval a su eficacia, sustentada en el impacto favorable que ha tenido en la mejora continua del desempeño organizacional.

La serie de normas ISO 9000 es una familia que ha venido evolucionando progresivamente, fundamentalmente a partir del año 2000 en que asume de manera más robusta el enfoque de procesos para la gestión, lo cual ha acrecentado su eficacia y aceptación a nivel internacional.

En el Anexo 2 aparece representado el enfoque de procesos de la familia de normas ISO 9000. Esta ilustración muestra que el cliente y las otras partes interesadas juegan un papel significativo para proporcionar elementos de entrada a la organización. El seguimiento de la satisfacción del Cliente y de las otras partes interesadas requiere la evaluación de la información relativa a su percepción de hasta qué punto se han cumplido sus necesidades y expectativas. El modelo representado no muestra los procesos a un nivel detallado, pero en él si se indican las normas específicas ISO de la familia 9000 que proporcionan información adicional a los requisitos y orientaciones de la ISO 9001 /ISO 9004, por lo cual esas normas contribuyen al diseño y/o la mejora de cada uno de esos procesos y en general del sistema de gestión.

## 1.2.2 Sistemas Integrados de Gestión

Cada sistema de gestión que se implementa en una organización (generalmente basado en una determinada norma o especificación como es ISO 9001, ISO 14001, ISO/IEC 27001, ISO 22000, ISO/IEC 20000 y OHSAS 18001) constituye una parte del sistema de gestión de la organización enfocada al logro de resultados, es decir al cumplimiento de los objetivos trazados por la organización en el ámbito de actuación de ese sistema.

En muchas ocasiones estas normas se aplican como sistemas independientes, y esto no es lo más factible para la organización. Lo adecuado sería que las diferentes partes del sistema de gestión de una organización pueden integrarse conjuntamente dentro de un sistema de gestión único, utilizando elementos comunes. Esto puede facilitar la planificación, la asignación de

recursos, el establecimiento de objetivos complementarios y la evaluación de la eficacia global de la organización.

Para ayudar a las organizaciones en el enfoque integrado de los sistemas de gestión y el control del riesgo organizativo, el Instituto Británico de Normas (BSI) desarrolló y emitió en el año 2006 la Especificación Públicamente Disponible PAS 99:2006 Specification of common management system requirements as a framework for integration, la cual fue adoptada por Cuba como NC PAS 99:2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración.

Hoy la mayoría de los expertos coinciden en que los diferentes modelos de sistemas de gestión que se decida implantar deben integrarse en un sistema único de gestión de la organización, siguiendo las orientaciones de PAS 99 y profundizando en el enfoque de la gestión de procesos, el cual se abordará más detalladamente en el punto 1.4.

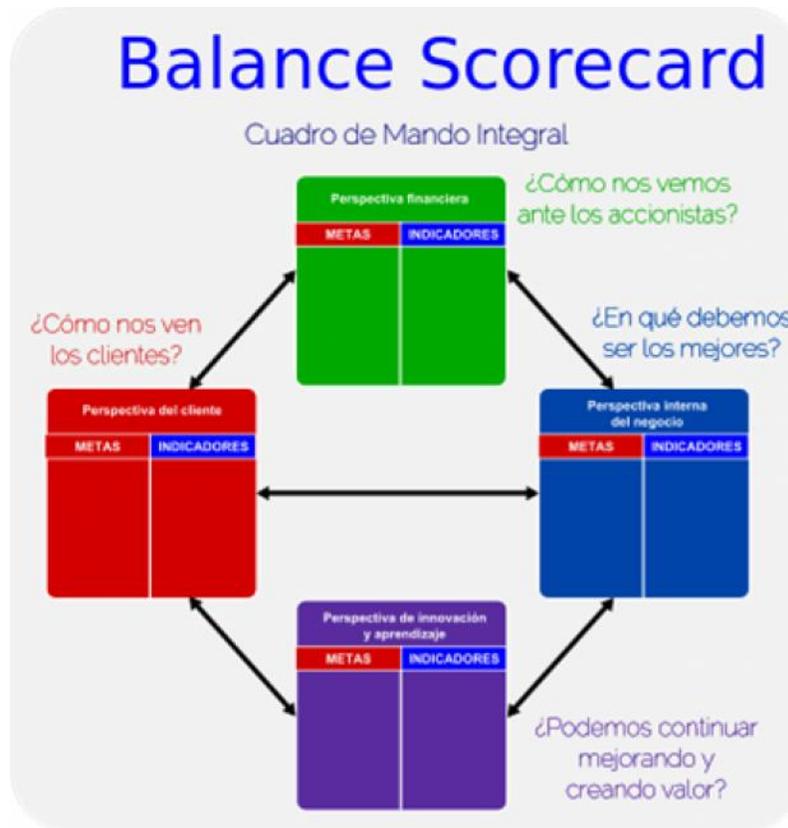
### 1.3 Cuadro de Mando Integral

El Balanced Scorecard (BSC) conocido también como Cuadro de Mando Integral (CMI), es uno de los modelos de planeación y gestión empresarial más populares de principios del siglo XXI.

"El BSC es una herramienta revolucionaria para movilizar a la gente hacia el pleno cumplimiento de la misión a través de canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos de la gente en la organización hacia el logro de metas estratégicas de largo plazo. Permite tanto guiar el desempeño actual como apuntar al desempeño futuro. Usa medidas en cuatro categorías -desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocios y, aprendizaje y crecimiento- para alinear iniciativas individuales, organizacionales y trans-departamentales e identifica procesos enteramente nuevos para cumplir con objetivos del cliente y accionistas. El BSC es un robusto sistema de aprendizaje para probar, obtener realimentación y actualizar la estrategia de la organización. Provee el sistema gerencial para que las compañías inviertan en el largo plazo -en clientes, empleados, desarrollo de nuevos productos y sistemas más bien que en gerencial la última línea para bombear utilidades de corto plazo. Cambia la manera en que se mide y maneja un negocio" (Norton y Kaplan, 1996)

El CMI sugiere que veamos a la organización desde cuatro perspectivas, cada una de las cuales debe responder a una pregunta determinada:

- Desarrollo y Aprendizaje (Learning and Growth): ¿Podemos continuar mejorando y creando valor?
- Interna del Negocio (Internal Business): ¿En qué debemos sobresalir?
- Del cliente (Customer): ¿Cómo nos ven los clientes?
- Financiera (Financial): ¿Cómo nos vemos a los ojos de los accionistas?



**Figura 1.3 Representación simple del Cuadro de Mando Integral (Balance Scorecard).**  
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Cuadro\\_de\\_mando\\_integral](http://es.wikipedia.org/wiki/Cuadro_de_mando_integral)

El CMI es por lo tanto un sistema de gestión estratégica de la empresa, que consiste en:

- Formular una estrategia consistente y transparente.
- Comunicar la estrategia a través de la organización.
- Coordinar los objetivos de las diversas unidades organizacionales.
- Conectar los objetivos con la planificación financiera y presupuestaria.
- Identificar y coordinar las iniciativas estratégicas.
- Medir de un modo sistemático la realización, proponiendo acciones correctivas oportunas.

Robert S. Kaplan y David P. Norton. *The Balanced ScoreCard: Translating Strategy into Action*, Harvard Business School Press, Boston, 1996:

#### 1.4 Gestión de procesos

Entender por qué una buena calidad de los procesos es la excepción y no la regla, exige mirar de cerca cómo se diseñan los procesos y lo que les ocurre en el transcurso del tiempo, a fin de que, operativamente, se identifiquen y den solución a los problemas que puedan surgir y afecten el buen desempeño del proceso.

El modelo de la organización empresarial occidental ha evolucionado, por motivos históricos, hacia una jerarquía de departamentos especializados por funciones. La dirección de la gestión, las metas y las medidas se han desplegado de arriba hacia abajo a través de una jerarquía vertical.

La rapidez de la evolución tecnológica en combinación con el alza de las expectativas de los clientes ejerce hoy fuertes e inevitables presiones competitivas globales sobre los costos y la calidad de los procesos, exigiendo un cambio en el modelo de la organización actual.

Un proceso puede ser realizado por una sola persona, o dentro de un mismo departamento. Sin embargo, como se mencionaba anteriormente, los más complejos fluyen en la organización a través de diferentes áreas funcionales y departamentos, que se implican en el proceso en mayor o menor medida.

Evidentemente, la gestión por funciones no va a ser eliminada. Una organización posee como característica básica precisamente la división y especialización del trabajo, así como la coordinación de sus diferentes actividades, pero una visión de la misma centrada en sus procesos permite el mejor desenvolvimiento de los mismos, así como la posibilidad de centrarse en los receptores de las salidas (outputs) de dichos procesos, es decir, en los clientes. Por ello, tal vez la gestión por procesos es un elemento clave en la Gestión de la Calidad.

En la lucha por las metas funcionales, los recursos y las carreras se descuidan la atención a los procesos. Como resultado, los procesos, tal como se operan, no son ni efectivos, ni eficaces por lo que no pueden ser adaptables, incidiendo negativamente en la capacidad de las organizaciones para enfrentar el reto del cambio de paradigma en la forma de hacer negocios.

Es por ello que los temas relacionados con la calidad, modelos de evaluación de procesos, mejora continua, etc. se van haciendo cada día más populares y muchas empresas ya están invirtiendo esfuerzo y dinero en métodos y técnicas relacionados con la mejora de los procesos y la calidad.

Atendiendo al hecho de que actualmente, la supervivencia de una organización se logra mediante la posición competitiva que proporciona el mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo en el cual se combinan conocimientos, habilidades y el compromiso de los individuos que conforman la organización, estas a nivel internacional están cambiando su enfoque administrativo y de dirección funcional a uno basado en procesos, Cliente-Proveedor, que comparten un objetivo común que es el cumplimiento de la misión de la organización. (Cantú Delgado, H, 2001), (Harrington, H. J., 1993).

Existen diversas razones por las cuales las organizaciones se ven obligadas a contar con la capacidad de adaptación a los constantes cambios que, en la forma de ejercer el negocio, suceden, en ocasiones, en tan cortos lapsos de tiempo. Las mismas son:

- Los avances tecnológicos en la manufactura, la informática y las comunicaciones.
- La evolución de los sistemas económicos y financieros mundiales.
- Los dramáticos cambios sociopolíticos que sacuden al mundo desde finales de siglo.
- La maduración de muchos de los segmentos de consumidores en todo el mundo.
- La propia fuerza que ejercen las organizaciones en los mercados en su intento por seguir siendo competitivas dentro de estos y muchas otras causas.

### 1.4.1 Características de la gestión por procesos

La Gestión por Procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización. Los objetivos de los procesos deben corresponderse con las necesidades y expectativas de los clientes. (Ishikawa, K., 1990), (Juran, J. M., 2001), (Ramón Pons Murguía, Eulalia Villa González Pino, 2006).

Todo proceso tiene que cumplir con los requisitos básicos siguientes: poseer un responsable designado que asegure su cumplimiento y eficacia continua, tienen que ser capaces de satisfacer el ciclo PHVA (Ciclo Gerencial de Deming), tienen que tener indicadores que permitan visualizar de forma gráfica la evolución de los mismos. Tienen que ser planificados en la fase P, tienen que asegurarse su cumplimiento en la fase D, servir para realizar el seguimiento en la fase C y utilizarse en la fase A para ajustar y/o establecer objetivos, así como tienen que ser auditados para verificar el grado de cumplimiento y eficacia de los mismos. Para esto es necesario documentarlos mediante procedimientos.

Para medir la calidad de un proceso se establecen diferentes medidas o indicadores en dependencia del autor que se trate. Existen tres dimensiones principales para medir la calidad de un proceso: Efectividad, Eficacia y Adaptabilidad. (Juran, J y F. Gryna, 1995).

Se dice que un proceso es **efectivo** cuando sus salidas satisfacen las necesidades de sus clientes, es **eficaz**, cuando es efectivo al menor coste y **adaptable** cuando logra mantenerse efectivo y eficaz frente a los muchos cambios que ocurren en el transcurso del tiempo.

### 1.4.2 El carácter sistémico de la gestión por procesos

Cuando se habla de un pensamiento sistémico en la gestión no se magnifica su significado ni se desecha los enfoques clásicos. No se trata de estas dos cosas. De lo que se trata es de enfocar los asuntos en estrecha interrelación entre los enfoques clásicos y la nueva forma de

pensar, el enfoque sistémico, ya que el escenario social actual es propicio para que nuestra forma de pensar se dirija a la integración del conocimiento sobre un fenómeno a partir de lo que cada ciencia posibilita esclarecer, vista en término de enriquecimiento que es el vínculo con la vida y la simplificación que es ir a la esencia de los fenómenos y a sus regularidades teniendo en cuenta la variedad de los elementos que intervienen en los diferentes procesos. Sin embargo este enfoque de integración de conocimientos no es el preferido de muchos. Ante los retos y desafíos que se presentan a diario se requiere una cultura general que posibilite el análisis en el marco del contexto y situaciones en donde se producen los hechos. Los humanos para este análisis deben prepararse y asimilar modelos de cambios en el plano pedagógico, psicológico y de la gestión que desarrollen su forma de pensar, convirtiéndola en un nuevo "instrumento" para el análisis integrador, diferente al que tradicionalmente usamos. Ante sí se nos aviene una situación con una buena complejidad.

Este enfoque es considerado en la nueva versión de las normas ISO 9000, la cual establece el principio, enfoque de sistema para la gestión, el cual plantea que: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y la eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Entender la gestión por proceso como sistema exige considerar esta no como un fin en sí misma; sino un medio para que la organización pueda alcanzar eficaz y eficientemente sus objetivos. Por ello, los procesos deben formar parte de un sistema que permita la obtención de resultados globales en la organización orientados a la consecución de sus objetivos, lo que implica la existencia de unas relaciones causa-efecto entre los resultados de los procesos individuales y los resultados globales del sistema, los cuales pueden estar vinculados a uno o varios grupos de interés en la organización.

Para tal fin es necesario conocer los elementos componentes de la Gestión por proceso que se encargan de condicionar la misma.

### **Sus elementos componentes**

La preocupación creciente de las organizaciones por la adecuación de los procesos a las exigencias del mercado ha ido poniendo de manifiesto que una adecuada gestión, que tome los procesos como su base organizativa y operativa, es imprescindible para diseñar políticas y estrategias, que luego se puedan desplegar con éxito. Por tal razón se considera importante en esta investigación hacer referencia a los elementos que deben ser tenidos en cuenta por toda organización que desee aplicar un enfoque basado en procesos a su sistema de gestión.

Siendo estos según la autora:

1. Identificación y secuencia de los procesos.

2. Descripción de cada uno de los procesos
3. Seguimiento y medición de los procesos
4. Mejora de los procesos.

La **identificación y secuencia de los procesos** requiere reflexionar sobre cuáles son los procesos que deben configurar el sistema, es decir, qué procesos deben aparecer en la estructura de procesos del sistema.

Esta identificación y selección de los procesos no debe ser algo trivial, debe nacer de una reflexión acerca de las actividades que se desarrollan en la organización y de cómo éstas influyen y se orientan hacia la consecución de resultados.

Para esta identificación y selección de los procesos se debe tener en cuenta diferentes factores, entre los cuales se encuentran: influencia de estos en la satisfacción del cliente, los efectos en la calidad del producto/servicio, influencia en Factores Claves de Éxito (FCE), influencia en la misión y estrategia, utilización intensiva de recursos, entre otros.

En cualquiera de los casos, es importante destacar la importancia de la implicación de los líderes de la organización para dirigir e impulsar la configuración de la estructura de procesos de ésta, así como para garantizar la alineación con la misión definida.

Una vez efectuada la identificación y la selección de los procesos, surge la necesidad de definir y reflejar esta estructura de forma que facilite la determinación e interpretación de las relaciones existentes entre los mismos, utilizándose para tal fin el mapa de procesos por niveles, que viene a ser la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión.

Para la elaboración del mapa de procesos, y con el fin de facilitar la interpretación del mismo, deben agruparse los procesos dentro del mapa permitiendo establecer analogías entre los procesos.

A través del mapa, si bien la organización puede identificar los procesos, conocer la estructura de los mismos y reflejar las interacciones entre ellos, esta herramienta nos permite saber cómo son “por dentro” los procesos y cómo se realiza la transformación de entradas en salidas. De ahí que sea necesaria la descripción de los procesos.

La descripción de las actividades de los procesos se puede llevar a cabo a través de diferentes diagramas, donde se representan las actividades de manera gráfica e interrelacionadas entre sí, facilitando la interpretación de las mismas en su conjunto, debido a que permite una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo. Aunque la elaboración de un diagrama de proceso requiere un importante esfuerzo, la representación de las actividades a través de este

esquema, además de facilitar el entendimiento de la secuencia e interrelación de las mismas, favorece la identificación de la cadena de valor, así como de las interfaces entre los diferentes actores que intervienen en la ejecución de los mismos.

Luego de la descripción de las actividades del proceso se hace necesario, describir las características de cada proceso para obtener un soporte de información que permita el control de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso, pudiéndose utilizar para ello una ficha de proceso.

Luego de estructurar la organización a través de sus procesos se pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un **seguimiento y medición** de los mismos con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados se corresponden con los objetivos previstos.

No se puede considerar que un sistema de gestión tenga un enfoque basado en procesos si, aun disponiendo de un buen mapa de proceso y diagramas y fichas de procesos coherentes, el sistema no se preocupa por conocer sus resultados.

Por tanto el seguimiento y la medición constituyen la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras.

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se puede determinar la capacidad, eficacia, eficiencia y adaptabilidad de los mismos.

En función de los valores que adopte un indicador y de la evolución de los mismos a lo largo del tiempo, la organización puede estar en condiciones de actuar o no sobre el proceso (en concreto sobre las variables de control que permitan cambiar el comportamiento del proceso), según convenga.

De lo anteriormente expuesto se evidencia la importancia de identificar, seleccionar y formular adecuadamente los indicadores, así como la información obtenida de estos permita el análisis del proceso y la toma de decisiones que repercutan en una mejora del comportamiento del mismo que sirva para evaluar los procesos y ejercer el control sobre los mismos.

Los datos recopilados del seguimiento y medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características y la evolución de los procesos, de lo cual se debe obtener la información relevante para conocer:

1. Qué procesos no alcanzan los resultados planificados
2. Dónde existen oportunidades de mejora.

Cuando un proceso no alcanza sus objetivos, las organizaciones deberán establecer las correcciones y acciones correctivas, para asegurar que las salidas del proceso sean conformes, lo que implica actuar sobre las variables de control para que el proceso alcance los resultados planificados.

También puede ocurrir que, aun cuando un proceso este alcanzando los resultados planificados, la organización identifique una oportunidad de mejora en dicho proceso por su importancia, relevancia o impacto en la mejora global de ésta.

En cualquiera de estos casos la necesidad de **mejora de un proceso** se traduce por un aumento de la capacidad del proceso para cumplir con los requisitos establecidos, es decir para aumentar la eficacia y/o eficiencia del mismo.

Se hace necesario en las organizaciones seguir una serie de pasos que permitan llevar a cabo la mejora buscada. Estos pasos se pueden encontrar en el clásico ciclo de mejora continua de Deming, ciclo PHVA, ya antes mencionado y/o en la aplicación de las Metodologías Seis Sigma, Lean y Lean Seis Sigma.

En los subsiguientes acápite se profundizará en cada una de estas metodologías.

### 1.5 Metodología Seis Sigma

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia Seis Sigma se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso; tiene tres aéreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, disminución de los defectos y reducción del tiempo de ciclo. La meta de Seis Sigma, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, procesos que como máximo generen 3,4 defectos por millón de oportunidades. (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007)

#### 1.5.1 Origen

El Método de Seis Sigma es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola.

Es en esta época, con el auge de la globalización que las empresas del sector industrial y comercial, se empiezan a desarrollar técnicas más eficientes que le permiten optimizar los procesos para mejorar su competitividad y productividad, lo que involucra como objetivo principal, reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que de una u otra forma alteraban el normal desempeño de los procesos. Por lo que se toma como medida estadística confiable la evaluación de la desviación estándar del proceso, representada por el símbolo  $\sigma$ ,

como indicador de desempeño y a su vez permite determinar la eficiencia y eficacia de la organización. (Herrera, R.J. and Herrera, T.J.F., 2011)

Esta iniciativa se convierte en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, capturando la atención de Bob Galvin. Con el apoyo de Galvin, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección. (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007)

Además de Motorola, dos organizaciones que se han comprometido de manera ejemplar con Seis Sigma y que han logrado éxitos espectaculares, son Allied Signal<sup>2</sup>, que inició su programa en 1994, y General Electric (GE)<sup>3</sup>, que inició en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy, y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007) Según Gutiérrez y De La Vara , los resultados logrados por Motorola, Allied Signal y GE, gracias a Seis Sigma; se muestran enseguida: (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007)

- Motorola logró aproximadamente 1 000 millones de dólares en ahorros durante tres años, y el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- Allied Signal: más de 2 000 millones de dólares en ahorros entre 1994 y 1999.
- GE alcanzó más de 2 250 millones de dólares en ahorros en dos años (1998-1999).

Al ser esta una metodología bastante reciente en el entorno mundial y que se ha diseminado por todas las grandes empresas líderes y de éxito, es que se hace necesario definir el término Seis Sigma.

### 1.5.2 Definiciones de Seis Sigma

A continuación se enuncian algunos conceptos de Seis Sigma definidos por diferentes autores.

**Tabla 1.2 Definiciones de Seis Sigma. Fuente: Elaboración propia.**

Autores	Definiciones
<b>(Méndez 2007)</b>	Es una metodología muy potente para mejorar drásticamente la calidad del output <sup>4</sup> de los procesos clave de negocio y se puede definir además como una filosofía de gestión integral que permite la mejora continua de los procesos y de la cuenta de resultados.

<sup>2</sup> Allied Signal es una compañía diversificada en áreas como la aeroespacial, automotriz y materiales. Tiene más de 70 mil empleados y sus ingresos anuales rondan los 25 mil millones de dólares.

<sup>3</sup> GE es un gigante corporativo desplegado en todo el mundo y en diversas tareas (aeroespacio, entretenimiento, equipo médico, etc.). Tiene más de 300 mil empleados y su capital supera los 450 mil millones de dólares.

<sup>4</sup> Output: Salida de procesos.

<b>(Yepes and Pellicer)</b>	Es una filosofía que promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y organizada, que permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos a la vez que mejora la satisfacción de sus clientes, todo ello en un período de tiempo muy corto.
<b>(Manivannan 2007)</b>	Es una técnica para monitorear defectos y mejorar la calidad, así como una metodología para reducir el nivel de defectos por debajo de los 3.4 DPMO <sup>5</sup> .

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores se puede definir a Seis Sigma como una metodología de mejora de procesos, dirigida a reducir la variabilidad de los mismos utilizando herramientas estadísticas, para eliminar los **defectos** o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. Seis Sigma constituye una estrategia, una metodología, es una meta en las organizaciones y por tanto es importante reflejar sus objetivos.

### 1.5.3 Objetivos de Seis Sigma

El objetivo esencial de un proyecto Seis Sigma según (ISO13053-1:2011) es, el de solucionar un problema dado, para de esta forma contribuir con las metas comerciales de la organización. Para Manivannan el objetivo primordial de Seis Sigma es proporcionar procesos de clase mundial, confiables y con valor para el cliente final. (Manivannan, S., 2007).

### 1.5.4 Metodología DMAIC

Según (Manivannan, 2007) el éxito de Seis Sigma no radica en las estadísticas ni en exhibiciones espectaculares de alta tecnología, sino en métodos ciertos y probados que han estado disponibles por décadas. De hecho, Seis Sigma descarta gran parte de la complejidad que caracteriza a la Administración Total de la Calidad (TQM<sup>6</sup>). (Manivannan, S., 2007)

Este autor expone además en su estudio, que existen más de 400 herramientas y técnicas de TQM. Pero las herramientas se aplican dentro de una estructura simple de mejora de desempeño conocido como: Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar (DMAIC, por sus siglas en inglés). (Manivannan, S., 2007)

Según la ISO 13053-1:2011, en correspondencia con lo planteado por (Manivannan, 2007) un proyecto Seis Sigma se ejecuta normalmente mediante el proceso DMAIC, el cual se ilustra en la Figura 1.3. Cada fase de la metodología se debe seguir en la secuencia **definir, medir, analizar, mejorar y controlar**. Sin embargo, una vez que los datos se han recopilado y

<sup>5</sup> DPMO: Defectos por millón de oportunidades.

<sup>6</sup> TQM: Total Quality Management (Administración Total de la Calidad).

analizado; el proyecto debe ser revisado y, si es necesario, volver a definir, medir y analizar. Las tres primeras fases se deben repetir hasta, que la definición del proyecto esté de acuerdo con la información derivada de los datos. (Colectivo de Autores Comité de la ISO, 2011)



**Figura 1.4. Ejemplo de la secuencia DMAIC de Seis Sigma. Fuente: Norma ISO 13053-1:2011**

En la siguiente tabla aparece cada una de las fases de la metodología DMAIC y las actividades a desarrollar en cada una.

**Tabla 1.3. Fases de la metodología DMAIC y sus actividades. Fuente: Elaboración propia a partir de (Magaña y Monge, 2011).**

Fase	Actividades
<b>Definición</b>	Identificar los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para optimizar la utilización de recursos. Asignación del equipo que dará seguimiento a los proyectos.
<b>Medición</b>	Caracterización del proceso, identificando los requisitos claves del cliente, las características clave del producto y los parámetros que afectan al proceso.
<b>Análisis</b>	Analizar los datos de resultados actuales e históricos. Desarrollar y comprobar hipótesis sobre las posibles relaciones causa-efecto, utilizando herramientas estadísticas.
<b>Mejora</b>	Predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso.
<b>Control</b>	Diseñar y documentar los parámetros necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.

Para la introducción de un sistema Seis Sigma en la empresa suelen formarse primero a algunas personas pertenecientes a ella sobre esta metodología. Estas son las encargadas de liderar los equipos de mejora en la empresa.

### 1.5.5 Personal Seis Sigma y sus roles

Según el grado de formación en la metodología Seis Sigma las personas que se han capacitado se clasificaran en: Director del despliegue, Patrocinador del proyecto, Champion (Campeón), Máster Black Belt (Máster Cinta Negra), Black Belt (Cinta Negra), Green Belt (Cinta Verde) y Yellow Belt (Cinta Amarilla).

A continuación se describirán las responsabilidades generales de los diferentes roles Seis Sigma.

### **Director del despliegue**

Según la ISO 13053-1:2011 cada organización requiere de un Jefe de Despliegue, para supervisar y gestionar la puesta en marcha de Seis Sigma. Este puede ser un puesto de tiempo completo dependiendo del tamaño de la entidad.

### **Patrocinador del proyecto**

La ISO 13053-1:2011 expone que el Patrocinador del proyecto es de vital importancia para el resultado satisfactorio del proyecto Seis Sigma. Además dice que esta persona debe ser el dueño del proceso dentro del cual se va a acometer un proyecto Seis Sigma.

### **Campeón**

(Gutiérrez y De La Vara, 2004) afirman que los campeones se designan de entre los líderes de cada negocio, gerente de planta y gerentes de área; son los dueños de los problemas. Ellos son los responsables de garantizar el éxito de la implementación de Seis Sigma en sus propias áreas de influencia, y son los que detectan problemas y establecen prioridades acordes con las metas generales de la organización; su papel es vital para que en el marco del programa Seis Sigma se atiendan tales problemas. Los campeones son los patrocinadores de los equipos de proyectos. (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007)

### **Máster Cinta Negra**

La ISO 13053-1:2011 enuncia que el Máster Cinta Negra debe adiestrar y aconsejar a los Cintas Negras en la aplicación de la metodología DMAIC y en la selección y el uso de las herramientas y técnicas requeridas, proporcionar consultoría “interna” en herramientas estadísticas avanzadas, ayudar en la identificación de proyectos de mejora adecuados, ayudar en la determinación del alcance de los proyectos de mejora seleccionados y en las revisiones periódicas de los proyectos de mejora, determinar si cualquiera de las actividades de formación son apropiadas y efectivas, y liderar los proyectos de mejora según se requiera.

### **Cinta Negra**

(Gutiérrez y De La Vara, 2004) opinan que los Cintas negra por lo general, son personas dedicadas a tiempo completo a Seis Sigma, cuya responsabilidad principal es realizar y asesorar proyectos. El Cinta Negra lidera, inspira, dirige, supervisa, delega, entrena, es un

experto en la metodología DMAMC y tiene un buen nivel de formación en cuanto a los métodos Seis Sigma. (Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R., 2007)

### **Cinta Verde**

En la ISO 13053-1:2011 queda definido que el Cinta Verde trabaja con la “Gerencia de línea” local para identificar y cuantificar oportunidades para la mejora dentro de un entorno local. Requiere trabajar bajo la dirección de un Cinta Negra, liderar proyectos Seis Sigma más pequeños bajo la dirección de un Cinta Negra, y puede adiestrar a operadores del proceso (Cintas Amarillas) en los métodos y actividades de mejora de procesos.

### **Cinta Amarilla**

Esta misma norma plantea que un Cinta Amarilla es usualmente un operador del proceso. El mismo debe trabajar con el Cinta Verde local para identificar y cuantificar oportunidades para la mejora dentro del entorno local, y bajo la dirección de un Cinta Negra o un Cinta Verde como miembro de un proyecto Seis Sigma mayor, dirigido por el Cinta Negra, y requiere participar en proyectos Seis Sigma menores, bajo la dirección de un Cinta Verde.

### **1.5.6 Ventajas de Seis Sigma**

Algunas de las ventajas de esta metodología definidas por (Álvarez Moreno, Y., 2011) son las siguientes:

- Reduce costes de forma proactiva.
- A corto plazo aporta soluciones rápidas a problemas sencillos o repetitivos; a largo plazo aporta una metodología de diagnóstico, diseño robusto, establecimientos de tolerancias, al tiempo que aporta un medio sencillo de comunicación y establecimiento de metas.
- Corrige los problemas antes de que se presenten.

Domínguez (2012) afirma que en los últimos años se ha generado una gran inquietud en las empresas por establecer estrategias efectivas de mejora continua, para conseguir incrementar la productividad, reducir costos y lograr competir globalmente. (Domínguez, F.S., 2012)

Otra de las metodologías que mejora los proceso y que se puede utilizar paralela a la metodología Seis Sigma es la metodología Lean.

### **1.6 Metodología Lean**

La metodología Lean se le conoce también como:

- Lean Manufacturing (manufactura esbelta) cuando se aplica a procesos de fabricación; y
- Lean Thinking (pensamiento lean) cuando aplica a procesos transaccionales (servicios).

### **Origen**

(Domínguez, 2012) afirma además que la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) representa una serie de disciplinas interdependientes diseñadas para impactar en la productividad, la calidad y la cultura de una organización. (Domínguez, F.S., 2012)

(Lilian Padilla, 2010), en el artículo LEAN MANUFACTURING (MANUFACTURA ESBELTA/ÁGIL), publicado en la Revista Ingeniería Primero de Guatemala; hace una breve reseña de cómo surge Lean Manufacturing, a continuación se exponen las ideas esenciales del mismo: (Padilla, L., 2010)

- En los años 30 Henry Ford y Alfred Sloan (de General Motors) cambiaron la manufactura artesanal -utilizada por siglos y dirigida por las empresas europeas- por manufactura en masa. No es hasta, posteriormente de la Segunda Guerra Mundial, que; Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la fábrica de automóviles Toyota, comienzan a utilizar el concepto de Lean Manufacturing.
- En 1950, Eiji Toyoda visita por tres meses la planta de Rouge de Ford en Detroit. Después de estudiar cuidadosamente cada centímetro de esta planta, que era la más grande y eficiente del mundo, Eiji indica que había encontrado algunas posibilidades para mejorar el sistema de producción.
- Se encuentra que copiar y mejorar lo que había visto en Rouge es muy difícil, por lo que Eiji Toyoda y Taiichi Ohno concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar en Japón. De esta conclusión, nació lo que se denominó “Sistema de Producción Toyota”, a lo que actualmente se le conoce como Lean Manufacturing.
- Al Japón obtener ventaja económica con este nuevo sistema de producción rápidamente fue seguido por otras empresas, copiando este notable sistema.

Para una mejor comprensión del tema es importante definir el concepto de Lean.

### **Definiciones de Lean**

Según Jones Lean es un nuevo modelo de negocio que ofrece un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias y errores. Muy rápidamente también libera capacidad de entregar un tercio más de valor, con los recursos existentes con pocos costes adicionales. (Jones, D.T., 2007)

Por otra parte Padilla expresa que es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. (Padilla, L., 2010)

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, Lean se puede definir como un conjunto de varias herramientas, las cuales buscan eliminar todas aquellas operaciones que no le agregan valor al producto o servicio de la empresa.

El principal objetivo de esta metodología es minimizar los costes de los procesos y mejorar hasta un nivel de excelencia la organización.

### Objetivos de Lean

El Lean tiene por objetivo:

- la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM<sup>7</sup>, 5S, kanban, kaizen, jidoka, pokayoke, etc.), que se desarrollan fundamentalmente en Japón. (Carreras, M.R. and García, J.L.S., 2010)
- agilizar los procesos, es decir hacer las cosas más rápido y más barato, reducir gastos, mejorar la relación con proveedores y vendedores, estabilizar el trabajo, satisfacer a los empleados y al cliente. (Domínguez, F.S., 2012)

### 1.7 Metodología Lean Seis Sigma

A Lean Seis Sigma se le conoce popularmente como la unión de la metodología Seis Sigma con la metodología Lean.

A largo de su historia, el enfoque Seis Sigma se ha desarrollado y actualizado, uno de los pasos más importantes en este sentido es la integración de las herramientas de gestión Lean al concepto clásico de Seis Sigma. Junto con la reducción de la variación, lo cual se logra con las herramientas clásicas de Calidad y las técnicas y análisis estadísticos, las herramientas Lean contribuyen decisivamente a lograr una aceleración significativa en la velocidad del proceso, a la reducción de inventarios y la reducción de las pérdidas. Siempre que resulte aplicable, ambos métodos se aplican proyecto a proyecto dentro de la probada secuencia DMAIC esbozada ya en Seis Sigma.

Este enfoque tiene también algunos detractores:

“Como un método fundamental, Lean no puede ser subyugado fácilmente dentro de otras metodologías. Las herramientas Lean se pueden tomar prestadas por otro método, pero todo eso es o va a ser: prestado. Lean tiene un registro trazable como un sistema íntegro en organizaciones que no se descarrilan por objetos brillantes o resplandecientes (Sayer and Williams, 2007). *Natalie J. Sayer and Bruce Williams. Lean for Dummies.2007*

---

<sup>7</sup>TPM: Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

## **1.8 Conclusiones parciales del Capítulo 1**

1. El desempeño de una organización puede ser mejorado de manera continua si se aplica uno o varios de los métodos o herramientas analizados en el presente capítulo, asumiendo siempre uno como primario o básico y los restantes como complementarios o de apoyo.
2. Seis Sigma, Lean y Lean Seis Sigma son metodologías de mejora continua del negocio que pudieran ser muy efectivas para las organizaciones cubanas como complementos del sistema de gestión de la organización.

# Capítulo: 2

---

*Procedimiento para la aplicación de la metodología Seis Sigma en la Refinería Cienfuegos.*



## **CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA REFINERÍA CIENFUEGOS.**

En el siguiente Capítulo se hace una caracterización de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”, así como se describe de manera general un procedimiento para la aplicación de la metodología Seis Sigma en la organización con alcance a las mejoras de procesos, productos y servicios. En este se utilizan los criterios definidos en la Norma ISO 13053-1:2011 y ISO 13053-2:2011.

### **2.1 Caracterización de la entidad objeto de estudio**

La refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos se encuentra ubicada en la finca Carolina, al norte de la bahía de Cienfuegos entre los ríos Salado y Damují, ocupando sus instalaciones 320 ha.

La refinería es una de las grandes inversiones que se inician en la década del 80 con la colaboración de la desaparecida Unión Soviética, comenzando su etapa de proyección y movimiento de tierra en el período comprendido entre 1977 y 1983, su construcción y montaje se enmarca entre 1983 y 1990.

En el verano de 1990 comienzan los trabajos de ajustes y puesta en marcha del complejo mínimo de arrancada. En enero de 1991 se realizan las primeras pruebas con carga, obteniéndose las primeras producciones. La puesta en marcha de estas plantas es realizada por personal de la refinería, sin la necesidad de asesoramiento extranjero.

La refinería es declarada por la Comisión Nacional del Sistema de Dirección de la Economía como empresa, el 22 de mayo de 1992, mediante la Resolución 690/1992.

La empresa a partir de la paralización de las plantas para la refinación, comienza una etapa de negociaciones sucesivas con diversas firmas extranjeras para la obtención del capital y los mercados necesarios para su arrancada, pero estas no resultan. Paralelamente se comienza a aprovechar sus facilidades tecnológicas como un centro de transbordo para la prestación de los siguientes servicios:

- Consignación de combustibles
- Almacenamiento de productos
- Operaciones de manipulación a entidades de la Unión del Combustible.

Con la caída de la Unión Soviética, desaparecen también los suministros estables de crudo y en 1995 es necesario paralizar la planta de procesos de refinación y utilizar solo la capacidad instalada para la recepción, almacenamiento y entrega de productos derivados del petróleo, que eran necesario almacenar y distribuir en toda la región central de Cuba.

No es hasta el 10 de abril del 2006 que en el marco de la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA) se crea la empresa mixta PDV CUPET, S.A. entre las compañías petroleras PDVSA de Venezuela y CUPET de Cuba, con el objetivo de reactivar la refinería de petróleo de Cienfuegos y en este sentido comercializar los productos resultantes de la refinación tanto en Cuba como en el extranjero. Actualmente la Refinería de Cienfuegos pertenece a la corporación CUVENPETROL, dentro de la cual es una Unidad de Negocio.

La dirección general de la Unidad de Negocio perteneciente a CUVENPETROL S.A. se encuentra compuesta por nueve direcciones y dos grupos según se muestra en el, uno de estos grupos realiza todo lo relacionado con la asesoría legal y el otro tiene a cargo la seguridad y protección física de la misma. Las direcciones con que cuenta la empresa son:

- Dirección de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente (SHA): Dirige, asesora y fiscaliza el cumplimiento de lo establecido en la legislación vigente; en los documentos rectores; las disposiciones de los organismos superiores en materia de medio ambiente, seguridad del trabajo y ocupacional, prevención y extinción de incendios, asesoría y auditoría técnica y el uso racional de los recursos.
- Dirección de Contabilidad y Finanzas (DCF): Organiza, procesa y contabiliza todas las operaciones contables y financieras de la empresa; y asesora a la alta dirección, así como a los máximos órganos de dirección de la empresa en materia económica- financiera, manteniéndolos informados de la situación de la empresa y del comportamiento de los principales indicadores técnico-económicos, alertando y recomendando a la adopción de medidas que contribuyan al alcance de los objetivos propuestos en los planes y en la estrategia trazada.
- Dirección de Recursos Humanos (DRRHH): Garantiza la aplicación, asesora y supervisa la política de cuadros y capacitación, organización del trabajo y los salarios, inducción del personal y atención al hombre, previstos en la legislación vigente, de conjunto con la empresa empleadora, y de conformidad con lo establecido por los organismos rectores, la estrategia del Ministerio de la Industria Básica, el sistema CUPET y la empresa Mixta; observando y fiscalizando las relaciones existentes entre la empresa mixta y la empresa empleadora, a través del contrato de suministro de la fuerza de trabajo y planificar, mantener y desarrollar los recursos del personal en la consecución de los objetivos estratégicos planteados en cada lugar .
- Dirección Técnica (DT): Dirige, asesora y fiscaliza el cumplimiento de lo establecido en la legislación vigente; en los documentos rectores; las disposiciones de los organismos superiores en materia de tecnología; asesoría y auditoría

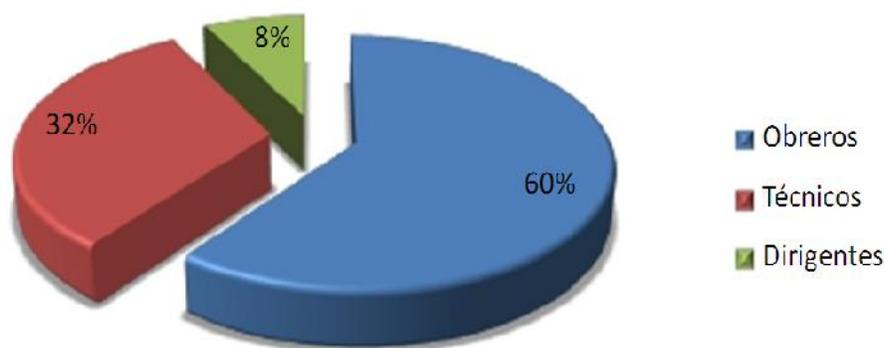
técnica; uso racional de los recursos; proyectos y control técnico; información científica técnica y bibliotecología. Participa en la determinación de la estrategia de la empresa y en la definición de sus objetivos y tareas principales. Garantiza la realización de los ensayos para la refinación, manteniendo la continuidad de la recepción, almacenamiento y entrega de los productos, cumpliendo con la seguridad, higiene y cuidado ambiental.

- Dirección de Compra de Bienes y Servicios (DCBS): Realiza las compras que se requieren; el almacenamiento y conservación de los recursos adquiridos; y el proceso de entrega a las áreas de la empresa de acuerdo a la estrategia de compras, garantizando la calidad requerida y un trato adecuado a sus clientes. Esta dirección es la encargada del aseguramiento técnico y material a todos los procesos, para ello cuenta con varios especialistas en gestión comercial y almacenes.
- Dirección de Automática, Informática y Telecomunicaciones (AIT): Garantiza el funcionamiento de la instrumentación, a través del sistema de control distribuido, logrando la continuidad del proceso productivo, así como mantener un adecuado desarrollo de la actividad de informática y las telecomunicaciones en la empresa, asegurando la ejecución de las funciones de sus clientes. Se divide en dos grupos: Informática Telecomunicaciones (operan toda la red informática y las señales de los equipos de comunicación) e Instrumentación (monitorea, controla y sustituye todos los sistemas de control automático de la refinería).
- Dirección de Operaciones (DO): Organiza y dirige la ejecución y control de las operaciones relacionadas con la refinación de petróleo, las facilidades auxiliares al proceso y el tratamiento de los residuales que se obtienen como resultado del mismo; con la máxima seguridad, eficiencia, calidad y mínimo costo; respondiendo al cumplimiento de la disciplina tecnológica y laboral, así como garantizar la calidad en correspondencia con la estrategia y la política de calidad establecida por la empresa.
- Dirección de Movimiento de Crudo y Productos (MCP): Organiza y dirige la planeación, ejecución y control de las operaciones de recepción, almacenaje y entrega de los combustibles en las plantas e instalaciones de la refinería con máxima seguridad, eficiencia, calidad y mínimo costo.
- Dirección de Mantenimiento (MTTO): Provee un servicio de mantenimiento de alta calidad, con efectividad y eficiencia para maximizar la confiabilidad operacional, la seguridad y la rentabilidad del negocio de refinación, alineados y articulados con los

planes sociales para beneficio de la comunidad, a través del uso y aplicación de procesos, mejores prácticas, equipos, sistemas y tecnologías que agregan valor a la gestión, con recursos humanos comprometidos con los intereses de la empresa y la nación.

La estructura jerárquica de estas direcciones se define claramente en el organigrama de la empresa que se muestra en el Anexo 3.

En la actualidad la empresa cuenta con total de 1078 trabajadores, los cuales se dividen en operarios, servicio, técnicos y dirigentes, cuyos porcentajes se muestran en la figura 2.1.



**Figura 2.1: Representación de las categorías ocupacionales en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”. Fuente: Elaboración propia.**

En el contexto de la empresa mixta existen siete empresas de la Unión Cuba Petróleo, que prestan diferentes servicios de apoyo. Entre ellas se pueden mencionar:

- Empresa Empleadora del Petróleo (PETROEMPLO)
- Empresa de Transporte (TRANSCUPET)
- Empresa de Servicios de Petróleo (EMSERPET)
- Empresa Comercializadora de Combustible (ECC)
- Empresa de Mantenimiento al Petróleo (EMPET)
- Unidad de Negocio Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”
- Unidad de Negocio: Proyectos (expansión)
- Cuvenpetrol S.A. Proyecto Gas Natural Licuado (GNL)

La misión, visión, así como su objeto social y valores se exponen a continuación:

### **Misión:**

Garantizar la refinación de hidrocarburos manteniendo la continuidad de la recepción, almacenamiento y comercialización de los productos con calidad, alta seguridad y responsabilidad ambiental, con PDVSA.

### **Visión:**

Consolidar a CUVENPETROL S.A. como Unidad de Negocio refinadora de petróleo, de reconocido prestigio nacional y en el área del Caribe, con excelencia en sus productos y servicios, de eficiente gestión, competitiva, en alianza estratégica con PDVSA, comprometida con el servicio al cliente, la formación integral de sus recursos humanos, la protección del medio ambiente y el desarrollo energético del país.

### **Objeto Social**

El desarrollo y la operación del sistema de refinación de petróleo, gas natural licuado (GNL) y gas natural comprimido, sin limitación en los siguientes proyectos:

- Expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos, con la finalidad de añadir valor a los productos mediante esquemas de conversión profunda y obtener materia prima para la industria petroquímica transformativa.
- Construcción de la Refinería de Matanzas, para manufacturar productos de alto valor mediante esquemas de conversión profunda que le permitan procesar crudo pesado cubano.
- Expansión de la Refinería Hermanos Díaz (Santiago de Cuba), con la finalidad de apoyar el desarrollo del polo energético en la zona Oriental y obtener calidad Euro V en la gasolina para la exportación.

### **Valores**

**DISCIPLINA:** Actuación con honor y respeto ante dirigentes, funcionarios, proveedores y clientes, con una adecuada y mantenida conducta en cualquier actividad del quehacer cotidiano, cumpliendo a cabalidad con la legislación vigente.

**COLABORACIÓN:** Cooperación, ayuda y contribución del colectivo de trabajadores en todas las tareas que se precisen dentro del marco legal, estrechando las relaciones interpersonales y entre áreas, así como con los proveedores, clientes y la comunidad.

**AUSTERIDAD:** Rigurosos, severos y exigentes con nosotros mismos y los demás en el uso racional y sostenible de los recursos humanos y materiales, combatiendo el derroche, el desvío de recursos y el delito, considerando éstos, actos de indisciplina social.

**FIDELIDAD:** Actuación con constancia, devoción y lealtad ante nuestro trabajo cotidiano, ante nuestros clientes y proveedores, nuestros dirigentes, nuestra organización y de manera general ante la sociedad que construimos, manteniendo la unidad y la colaboración en torno a la Revolución y a los principios integracionistas de la Alternativa Bolivariana para las Américas.

**RESPECTO AL CLIENTE Y PROVEEDORES:** Hacer de la confianza recíproca y la buena fe principios que inspiren nuestras actuaciones en la ejecución e interpretación de nuestras relaciones interempresariales.

**HONESTIDAD:** Ejecutar nuestras acciones y palabras con decoro, transparencia y correspondencia entre la forma de pensar y actuar, manteniendo una posición de honor y vergüenza en defensa de la verdad bajo cualquier circunstancia, cumpliendo con las normas legales.

Sus principales proveedores y clientes son:

- **Proveedores internos:** Dirección General, Dirección de Tecnología, Servicios Técnicos, Mantenimiento, Sector Energético (Calderas y la Subestación eléctrica).
- **Proveedores externos:** Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), Empresa de Preparación y Suministro de Fuerza de Trabajo (PETROEMPLO), Empresa de Servicios al Petróleo (EMSERPET), ENERGOCONTROL, Refinería de petróleo Níco López, Empresa de productos químicos Sagua la Grande, Comercializadora de Sal/División Matanzas, Refinería de petróleo Puerto La Cruz, Empresa de Mantenimiento del Petróleo (EMPET).
- **Clientes Internos:** Planta de Tratamiento y Residuales (PTR), Laboratorio, Producción de Diesel.
- **Clientes externos:** Petróleos de Venezuela (PDVSA).

### Sistemas de gestión

Existe un Sistema de Gestión de la Calidad diseñado sobre la base de la NC ISO 9001:2008, certificado por Lloyd's Register, que tiene identificado 6 procesos principales, de acuerdo al mapa de procesos que aparece en el Anexo 4.

Los procesos M1 y M2 corresponden a actividades netamente administrativas y de oficinas, relacionadas con toda la gestión de la Unidad de Negocio. El proceso M3, básicamente responde a actividades administrativas y de oficinas, salvo la actividad de almacenamiento. El proceso M4 concentra los procesos de apoyos fundamentales tales como: M4.1 Gestión de la infraestructura; M4.2 Gestión de la documentación; M4.3

Gestión del ambiente de trabajo y protección de los trabajadores y la comunidad y M4.4 Gestión de los recursos financieros y de ahorro. Este proceso también corresponde a actividades administrativas y de oficinas, a excepción del subproceso M4.1 y específicamente el M4.1.1, que asume las actividades de programación y ejecución del mantenimiento de la infraestructura, lo cual constituye un elemento de fuerte incidencia ambiental, ya que al mismo se subordinan todos los talleres. El proceso M5 constituye la espina dorsal del sistema, donde se lleva a cabo la realización del producto, fundamentalmente asociado a los subprocesos M5.2, M5.3 y M5.4.

El proceso o macro proceso como se le denomina “M6” se corresponde con la medición, el análisis y la mejora, a este se asocian los subprocesos M6.1 el que se dedica a la retroalimentación del cliente y de otras partes interesadas, el M6.2 que le da seguimiento y medición al producto, el M6.3 que se asocia a las auditorías internas, el M6.4 que organiza y controla el seguimiento y medición de los procesos, el M6.5 atiende la corrección, respuesta o mitigación de la no conformidad o incidente, también contempla las acciones correctivas y preventivas, el sub proceso M6.6 comprende el análisis de datos y el M6.7 se dedica a lo que son los proyectos y acciones de mejora.

Este último subproceso se despliega a su vez en varias actividades: actuaciones sobre los procesos para mejorar desempeño, proyectos/mejoras tecnológicas y proyectos de mejoras de proceso. Siendo esta última actividad en la que se aplicarán los proyectos de mejora utilizando la metodología Seis Sigma.

La actividad proyectos de mejora de procesos se despliega en un sub subproceso (hijo del subproceso M6.7), se codifica y denomina como sigue: “M6.7.1 Proyectos de mejoras de procesos Seis Sigma/DMAIC”. Es aquí dónde se inserta esta metodología de mejora que se aplica en la Refinería Cienfuegos y que constituye el objetivo fundamental de la investigación.

### **2.2 Inserción de la metodología Seis Sigma en el Mapa de Procesos del sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos**

Lo primero que debemos hacer para lograr que la metodología Seis Sigma se aplique en la Refinería de manera sistémica y sostenida es insertarla en el Mapa de Procesos que soporta el sistema de gestión de la Refinería.

Antes de la inserción de la metodología Seis Sigma, el despliegue de procesos en cascada de la Refinería en dirección a la mejora continua se muestra en los anexos:

- Anexo 4 (M0 - Mapa General de los procesos de la Refinería);

- Anexo 5 (Macro proceso M6 - Medición Análisis y Mejora, "hijo" de M0);
- Anexo 6 (Proceso M6.7 - Proyectos y Acciones de Mejora, "hijo" de M6)

En este contexto, la metodología Seis Sigma entraría dentro del proceso M6.7, pero ¿cómo lograr su inserción lo más armónicamente posible con los otros procesos de la empresa?

La solución de este aspecto se encontró desplegando el subproceso M6.7 (nivel 2), en un sub subproceso de nivel inferior (nivel 3, o subproceso "hijo de M6.7"), en este caso el M6.7.1 Proyectos de Mejora de Procesos Seis Sigma /DMAIC.

Este nuevo sub subproceso aparece gráficamente representado en:

- Anexo 7 (Diagrama general en interacción con otros procesos de la empresa);
- Anexo 8 (Diagrama de Tortuga para el análisis global del subproceso como tal).

Mediante el sub subproceso M6.7.1, representado gráficamente en los diagramas de los anexos 5 y 6 se logra entonces la inserción armónica de la metodología Seis Sigma en el sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos, lo cual no excluye la realización de otros proyectos y acciones de mejora de naturaleza diferente a Seis Sigma (ver el proceso M6.7 "padre" del sub subproceso M6.7.1).

### **2.3 Procedimiento para la aplicación de la metodología Seis Sigma**

La inserción en el mapa de procesos de la metodología Seis Sigma, como una de las variantes de mejora continua del sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos, constituye un primer paso en la definición del sub subproceso M6.7.1: Para lograr definiciones más detalladas de los procesos, el sistema de gestión de la Refinería contempla la elaboración e implantación de procedimientos e instrucciones (si se considera necesario), para describir de manera detallada, total o parcial, cada uno de sus procesos.

Tomando en consideración que:

- La literatura en materia de Seis Sigma es muy diversa, por lo general muchos de los conceptos varían de acuerdo al enfoque de sus autores y en su mayor parte está en idioma Inglés;
- En el año 2011 se emiten por primera vez dos normas ISO en materia de Seis Sigma, ambas en idioma Inglés;
- Las condiciones de Cuba, al no contar en sus regulaciones actuales con perfiles de competencia orientados a Seis Sigma, y tampoco hacia el reconocimiento material para aquellos equipos con resultados exitosos de proyectos Seis Sigma.

Se determina elaborar e implantar un procedimiento general que viabilice la implantación de la metodología Seis Sigma en la Refinería Cienfuegos, el cuál se codifica y titula como sigue:

- RF-GG-P-02-13 Metodología para la gestión de los proyectos Seis Sigma (SS) en CUVENPETROL S. A, Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos.

Este procedimiento se muestra íntegramente en el Anexo 9, a continuación se expone una descripción general del mismo.

### **2.3.1 Metodología para la gestión de los Proyectos Seis Sigma en Cuvenpetrol S.A., Refinería Cienfuegos.**

La secuencia de acciones de la metodología está ordenada de acuerdo a la figura 2.1, a continuación se desarrolla de manera general cada una de las actividades que la componen.

#### **Secuencia de acciones de la metodología**

#### **1. Creación del Comité de Dirección Seis Sigma y definición de sus responsabilidades y los roles Seis Sigma.**

El primer paso a ejecutar por parte de la Dirección, para gestionar los proyectos de mejora Seis Sigma que se desarrollen en la Empresa, es la creación del Comité Seis Sigma, debido a que este Comité se encarga de dirigir y controlar estos Proyectos dentro de la organización.

Luego de creado el Comité de Dirección Seis Sigma, se definen sus responsabilidades y la de cada uno de los roles SS que intervienen en los proyectos de mejora. Estas responsabilidades se relacionan a continuación:

#### **Comité de Dirección Seis Sigma**

- Crear la estructura organizativa que facilite el desarrollo de Seis Sigma dentro de la organización.
- Propiciar la difusión de la “cultura Seis Sigma” en todas las actividades estratégicas para la organización.
- Definir los Proyectos Seis Sigma en correspondencia con la estrategia de la organización.
- Lanzar los proyectos de mejora.
- Controlar el progreso de los proyectos.
- Garantizar los recursos necesarios para asegurar que el plan de implementación se ejecute.

#### **Jefe del despliegue Seis Sigma.**

- Promover la iniciativa Seis Sigma en la organización.
- Determinar, de conjunto con la alta gerencia, la naturaleza de la expansión de SS<sup>10</sup> dentro de la organización, la cantidad de Máster cintas negras, de cintas negras, verdes y amarillas.

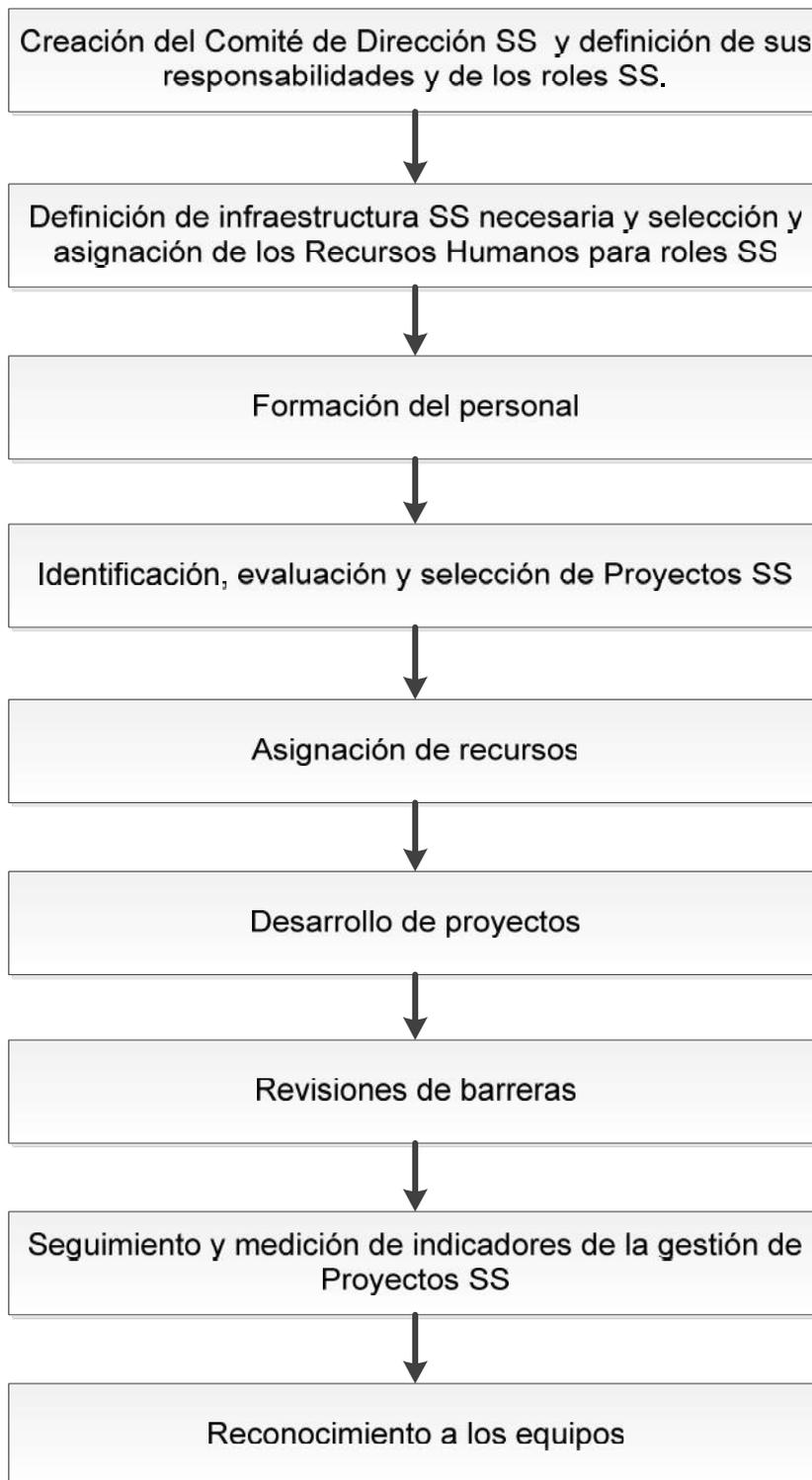


Figura 2.1 Secuencia de la Metodología para la gestión de los Proyectos Seis Sigma. Fuente: Elaboración propia.

- Unirse con la alta gerencia y reportarle sobre el progreso de cualquier iniciativa SS.
- Involucrar a nuevos patrocinadores de Proyectos y reclutar a nuevos candidatos para master cinta negra y cinta negra para los propósitos de SS.
- Negociar con las diferentes áreas de la compañía para el traslado temporal, y luego la reubicación, de los candidatos a cinta negra.
- Gestionar cualquier facilidad que se provea para la ocupación de Seis Sigma, es decir, un centro Seis Sigma, para su uso por los Máster Cinta Negra y los Cinta Negra.
- Participar en las revisiones de barrera, según sea necesario.

### **Campeón Seis Sigma**

- Determinar la estrategia para el despliegue Seis Sigma en la organización.
- Establecer y promover los objetivos del negocio con respecto a la iniciativa Seis Sigma.

### **Patrocinador del Proyecto**

- Defender la metodología SS con los de similar jerarquía, y además con los de mayor rango en la organización.
- Apoyar los proyectos SS nominados.
- Proporcionar los recursos solicitados por el Cinta Negra, así como los requeridos por el proyecto Seis Sigma.
- Eliminar las piedras en el camino encontradas por el Cinta Negra en la realización del proyecto.
- Participar directamente en todas las revisiones de barreras y cerrar las fases siempre que el trabajo se haya realizado adecuadamente.
- Garantizar la implementación total de todas las recomendaciones del proyecto Seis Sigma.
- Garantizar que las mejoras identificadas dentro de los proyectos nominados son realizadas y mantenidas.
- Garantizar que los proyectos terminados se evalúen como aplicaciones potenciales para otros negocios de la organización o en cualquier otro lugar dentro de la misma.

### **Máster Cinta Negra**

- Adiestrar y aconsejar a los Cintas Negras en la aplicación de la metodología DMAIC y en la selección y el uso de las herramientas y técnicas requeridas.

---

<sup>10</sup> SS Representan las siglas de Seis Sigma.

- Proporcionar apoyo para que las mejoras identificadas dentro de los proyectos nominados se realicen y se mantengan.
- Proporcionar consultoría interna en herramientas estadísticas avanzadas.
- Ayudar en la identificación de los proyectos de mejora adecuados.
- Ayudar en la determinación del alcance de los Proyectos de mejora seleccionados.
- Ayudar en las revisiones periódicas de los proyectos de mejora.
- Proveer capacitación en las técnicas y herramientas asociadas con Seis Sigma que requieren los Cintas Negras y Verdes.
- Liderar los proyectos de mejora según se requiera.

### **Cinta Negra**

- Identificar y cuantificar las oportunidades de mejora.
- Organizar equipos multidisciplinarios, y gestionar la mejora.
- Facilitar los proyectos de los Cintas Verdes utilizando la metodología DMAIC.
- Entrenar y dirigir a los Cintas Verdes en la metodología DMAIC y técnicas asociadas a la mejora de procesos.
- Participar directamente en todas las revisiones de barrera a través de presentaciones preparadas de la labor realizada hasta la fecha, con énfasis en los logros en la fase de revisión.

### **Cinta Verde**

- Trabajar con la gerencia del área para identificar y cuantificar las oportunidades para la mejora dentro de un entorno local.
- Trabajar bajo la dirección de un Cinta Negra como miembro de un proyecto y dirigido por él.
- Liderar proyectos SS más pequeños bajo la dirección de un Cinta Negra.
- Adiestrar a operadores de proceso (Cintas Amarillas) en los métodos y actividades de mejoras de procesos.

### **Cinta Amarilla**

- Trabajar con el Cinta Verde para identificar y cuantificar oportunidades para la mejora dentro del entorno local.
- Trabajar bajo la dirección de un Cinta Negra o un Cinta Verde como miembro de un proyecto SS mayor, dirigido por el Cinta Negra.
- Participar en proyectos Seis Sigma menores, bajo la dirección de un Cinta Verde.

## 2. Definición de la estructura Seis Sigma necesaria y selección y asignación de Recursos Humanos para los diferentes roles Seis Sigma.

Una vez identificadas todas las responsabilidades de los diferentes roles, se procede a determinar la cantidad necesaria de cada uno de ellos en la empresa. De acuerdo a la Norma ISO 13053-1:2011, esta infraestructura Seis Sigma que necesita la misma para ejecutar los proyectos se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Infraestructura que necesita la empresa para ejecutar proyectos Seis Sigma.**

**Fuente: Elaboración propia.**

ROL	Cantidad Necesaria
Jefe del despliegue	1
Patrocinador del proyecto	Varía de acuerdo a la cantidad y los tipos de proyectos
Máster Cinta Negra	1 ó 2
Cinta Negra	6
Cinta Verde	28
Cinta Amarilla	817

La selección y aprobación de los Recursos Humanos para los diferentes roles depende de la infraestructura propuesta anteriormente.

### 3. Formación del personal

La formación del personal incluye la definición de las competencias requeridas de formación y los requisitos necesarios para ello.

#### 3.1 Definición de las competencias requeridas en materia de Seis Sigma

Las competencias requeridas del personal Seis Sigma se muestran en el Anexo 10.

#### 3.2 Definición de los requisitos de formación requeridos

Para la gestión de la formación requerida se siguen las directrices del procedimiento UV-RH-P-00-03: Procedimiento para la planificación, ejecución y control de la capacitación de los Recursos Humanos, de Covenpetrol S.A., Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos.

Además, se siguen las recomendaciones de formación en Seis Sigma que propone la Norma ISO 13053-1:2011. Esta se presenta a continuación con algunas modificaciones para adaptarla

a las necesidades de la empresa, se incluye además el proveedor de cada curso de capacitación.

Los requisitos de formación requeridos para cada rol se muestran en el Anexo 11.

#### **4- Identificación, evaluación y selección de los proyectos Seis Sigma**

Una vez que la empresa cuente con el Comité de Dirección Seis Sigma y el personal necesario capacitado, procede entonces a la identificación, evaluación y selección de sus proyectos.

Los proyectos deben seleccionarse en función de cumplir los objetivos estratégicos de la organización. Solo aquellos proyectos donde la solución no se conoce de antemano, pueden ser considerados proyectos Seis Sigma.

El resultado de cada proyecto es contribuir al mejoramiento general de la rentabilidad de una organización. La empresa debe conservar listas de proyectos potenciales Seis Sigma, clasificados de acuerdo a algunas métricas de beneficio potencial en aras de apoyar el proceso de selección. Algunos proyectos pueden parecer más fáciles de hacer que otros, lo cual debe tomarse en cuenta cuando se hace la selección.

La secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos puede verse en el Anexo 12.

#### **Conformación de la cartera de proyectos Seis Sigma**

Para conformar la cartera de proyectos Seis Sigma en la empresa, primeramente se le envía por correo a los miembros del Consejo de Dirección, Comité de Dirección Seis Sigma, Comité de Operaciones y a los Coordinadores del Sistema de Gestión en todas las áreas de la empresa, un modelo (Anexo 13) donde se explica lo que se entiende por proyecto Seis Sigma, y se les pide a cada uno de ellos que realicen propuestas de posibles proyectos. Inicialmente éstas son las personas que se tienen en cuenta para realizar esta propuesta, pero una vez que la metodología de mejora Seis Sigma se generalice en la empresa, todos los trabajadores tienen la oportunidad de realizar sus propias propuestas de estos proyectos. La operación se realiza una semana antes de la reunión semestral del Comité de Dirección Seis Sigma para la selección de dichos proyectos.

Esta propuesta es llevada al Comité de Dirección Seis Sigma. Allí sus miembros hacen una depuración de las propuestas realizadas por las diversas fuentes, auxiliándose de la Lista de chequeo general para identificar los proyectos Seis Sigma (Anexo 14), que propone la norma ISO 13053-1:2011, en el acápite 9.3 Selección de proyectos.

De esta forma queda conformada la cartera de proyectos Seis Sigma de la Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos. La misma es renovada semestralmente.

### **Selección del orden de realización de los proyectos Seis Sigma**

Una vez formada la cartera de proyectos Seis Sigma se procede a su evaluación para determinar las prioridades en cuanto al desarrollo de los mismos. Para ello el Comité de Dirección Seis Sigma se auxilia de la Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma (Anexo 15).

Para cada uno de estos proyectos se evalúan los indicadores que se identifican en la matriz, asignándoseles un valor entre uno y cinco, que significan que cuando se asigna el valor cinco, ese indicador tiene la mejor evaluación para ese proyecto y el uno representa la peor evaluación, a partir de esto cada proyecto recibe una valoración total (entre uno y cinco) que se calcula multiplicando el peso de cada indicador que aparece reflejado en la parte superior de la tabla por el valor dado a cada uno de ellos.

La valoración total otorgada a cada proyecto determina la prioridad con que se van a ejecutar, los de mayor puntuación serán los primeros que se realizaran.

Definido de esta forma el orden de realización de los proyectos Seis Sigma, el Comité de Dirección asigna estos proyectos a los Cintas Negras/Verdes, los cuales son los que van a liderar dichos proyectos. La cantidad a asignar a cada Cinta Negra/Verde depende del tamaño y complejidad del mismo. Luego de asignado el proyecto, los Cintas Negras/Verdes realizan una propuesta del Equipo de Proyecto que acometerá la mejora, este equipo es aprobado y evaluado por el Comité de Dirección Seis Sigma.

### **5. Asignación de recursos.**

La Dirección General a través del Comité de Dirección Seis Sigma, los Campeones y Patrocinadores de proyectos, asignan los recursos necesarios para el desarrollo de los proyectos dentro de la empresa (recursos financieros, materiales).

### **6- Desarrollo de los proyectos**

Los proyectos Seis Sigma se desarrollan siguiendo la metodología DMAIC.

Para el uso de las diferentes herramientas y técnicas, así como para el procesamiento de los datos en los proyectos Seis Sigma se utilizan los softwares Minitab y Quality Companion.

El software Quality Companion se utiliza además como gestor integral del proyecto. En un solo fichero se ordena y registra la información del mismo. En el Anexo 16 se muestra la pantalla del Quality Companion que se utiliza para gestionar el proyecto, en la misma aparecen las etapas de la metodología DMAIC y las distintas actividades que se realizan para desarrollar cada una de ellas, así mismo la programación que tienen estas actividades, lo cual se encuentra representado en el diagrama Gantt.

A continuación se explica muy breve cada una de las fases de la metodología DMAIC, y cuáles son las salidas de cada una de ellas que recomienda la norma ISO 13053-1:2011. Estas se ejecutan cuando se utiliza el Quality Companion para el desarrollo de los proyectos Seis Sigma.

### **Definir.**

Es la primera fase de la metodología DMAIC, aquí se identifica el producto y/o el proceso a ser mejorado y asegura que los recursos estén en lugar para el proyecto de mejora. Esta establece la expectativa para el proyecto y mantiene el enfoque de la estrategia Seis Sigma a los requerimientos del cliente.

El resultado de esta fase es el Acta de Definición del Proyecto, en ella se plasma lo que se observa mal del mismo. Dicha acta debe establecer la descripción del problema e incluir datos sobre la magnitud del mismo y su impacto financiero en los resultados de la organización. Se definen claramente el alcance del proyecto, así como los objetivos que se alcanzan al concluirse el mismo, tanto desde el punto de vista operacional como en términos financieros.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Acta de Definición del Proyecto, incluyendo el análisis de riesgos del proyecto.
- Indicadores Seis Sigma.
- Diagramas SIPOC.
- Diagramas de flujo.
- Diagramas Pareto.
- Lista de las características críticas para la calidad (CTQCs).
- Estimación de las utilidades.
- Revisión del proyecto.

### **Medir**

La fase de medición permite entender la condición actual del proceso antes de intentar mejoras. Esta se basa en datos válidos por lo que elimina estimaciones y suposiciones de qué tan bien está trabajando el proceso.

El propósito de esta fase es elaborar el plan de recolección de datos, recopilarlos, evaluarlos y crear la línea base del desempeño actual del proceso.

Antes de comenzar a recopilar los datos, debe hacerse una evaluación de la eficacia del proceso de medición del cual depende el proyecto. Todos los sistemas de medición que se utilicen deben ser capaces de proporcionar datos a un nivel requerido de exactitud y

repetitividad. Si existiera duda de la calidad de los datos, puede no ser válido cualquier análisis estadístico que se acometa posteriormente.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Análisis del sistema de medición de todos los procesos de medición que se emplean en el proyecto, incluyendo los acuerdos de datos por atributos donde sea necesario, y para todas las mediciones de las CTQCs.
- Plan de recolección de datos.
- Determinación del tamaño de muestra.
- Defecto Por Millón de Oportunidades (DPMO).
- Pruebas de distribución de probabilidad.
- Gráficos de tendencias.
- Gráficos de control.
- Histogramas.
- Análisis de capacidad y/o del desempeño del proceso afectado.
- Revisión del proyecto.

### **Analizar.**

Esta fase examina los datos recolectados en la etapa de medición, con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación.

Su propósito es analizar e identificar las brechas existentes entre la línea base del desempeño y las metas, en aras de comprender las raíces de la variación, y priorizar las oportunidades de mejora.

Los datos obtenidos durante la fase anterior se deben analizar en detalles, empleando técnicas estadísticas, según sea el caso, para identificar, probar o verificar las variables principales de entrada de los procesos (KPIV) que sean significativas.

Los hallazgos en esta pueden alterar la comprensión del problema y conducir a una re-definición del proyecto. Las primeras tres fases se deben repetir hasta que la definición del proyecto sea estable.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Diagramas causa - efecto.
- Análisis del modo y efecto de las fallas (AMFE) de procesos.
- Análisis del árbol de fallas (FTA).
- Análisis de los cinco por qué.
- Análisis de sistemas de medición posteriores.
- Determinación del tamaño de muestra.

- Pruebas de distribución de probabilidad.
- Pruebas de hipótesis.
- ANOVA.
- Análisis de regresión y correlación.
- Diseño de experimento (DOE).
- Lista de las KPIV significativas.
- Análisis del valor/no valor agregado, identificación de pérdidas.
- Revisión del proyecto.

### **Mejorar**

Esta fase confirma que la solución propuesta va a alcanzar o a exceder las metas de mejora de calidad del proyecto.

Su propósito es establecer una mejora robusta para el proceso. Las actividades a considerar se mueven en una gama de prácticas, tales como operaciones certeras a prueba de errores, hasta las basadas en el uso de técnicas de optimización y las que hacen a los productos robustos contra las variables de ruido (DOE), según sea el caso. Durante esta fase, se identifica cualquier piedra en el camino que impida la implementación de la solución seleccionada, y se eliminan. Las formas de derrotar cualquier piedra en el camino se deben identificar antes que la modificación del proceso se implemente.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Matriz de selección de soluciones.
- Prueba de errores.
- Determinación del tamaño de la muestra.
- DOE de superficie de respuesta.
- DOE de diseño de parámetros.
- AMFE de proceso actualizado.
- Estudios de procesos iniciales - capacidad y/o índices de desempeño.
- Mapa de proceso (de lo que el proceso debe ser ahora).
- Lista actualizada de CTQCs.
- Indicadores Seis Sigma.
- Revisión del proyecto.

### **Controlar.**

La fase de control implementa la solución, asegura que sea sostenida y comparte las lecciones aprendidas de cualquier proyecto de mejora. Asegura que las mejoras al proceso, una vez implementadas, son mantenidas y que el proceso no se va a revertir a su estado anterior.

La efectividad de la solución se debe confirmar mediante la recolección y el análisis de datos frescos. Se debe elaborar un plan adelantado para el control de la operación corriente del proceso para usarse en el área en la que el proceso está teniendo lugar.

Después que la mejora requerida del proceso sea confirmada, el proceso mejorado debe ser transferido al Patrocinador del Proyecto, así como al área en la que el proceso tiene lugar. Se realiza una auditoría al proceso, así como revisar sus hallazgos, aproximadamente seis meses después de finalizado el proyecto. Se debe determinar una fecha para la auditoría del proceso antes de la transición.

Se registran los detalles, hechos y otras informaciones aprendidas durante la ejecución del proyecto, y transferirse a otras áreas donde se puedan aplicar.

El Cinta Negra debe documentar cualquiera de los puntos abiertos en el proyecto o los planes futuros, que el dueño y demás involucrados necesitan aplicar en aras de que se implementen adecuadamente. Este plan de acción de transición incluye la fecha programada para la auditoría del proceso.

Se escribe y posteriormente se hace circular a todas las partes interesadas el informe final del proyecto. El mismo debe ser archivado de modo tal que garantice el acceso oportuno de otros. Todos los informes tienen un formato estándar y están indexados mediante palabras claves. Este documento elaborado indica las lecciones aprendidas para que puedan ser transmitidas a los futuros equipos de proyecto Seis Sigma.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Planes de control del proceso.
- Lista actualizada de las características críticas para la calidad (CTQCs).
- Análisis de sistemas de medición posteriores.
- Gráficos de control.
- Capacidad resultante.
- Acrónimo de sort, set, shine, standardize y sustain tal y como se usa en el enfoque de “fábrica visual”/“lugar de trabajo visual”. (5S).
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Costeo de los resultados financieros (actual vs esperado).
- Resumen, revisión del proyecto, un análisis genérico de los beneficios, el cual debe referir a los objetivos pactados en la Carta de Definición del Proyecto.

### 7- Revisiones de Barrera

Los proyectos Seis Sigma se deben monitorear de manera regular para conocer si está acorde con el cronograma y si las otras métricas de viabilidad de los proyectos son satisfactorias. Además, enviar informes frecuentes al Patrocinador del proyecto.

Cuando se considere que ha concluido una fase del proyecto y esté a punto de pasar a la siguiente, se realiza una revisión de barrera, es decir, la revisión de los resultados obtenidos en esa fase. Se debe convocar a un panel de revisión, compuesto por el Director del despliegue (en dependencia del proyecto), el Patrocinador del proyecto, el Máster Cinta Negra (siempre que exista en la empresa), el Cinta Negra (o Verde) que está dirigiendo el proyecto y cualquier otro gerente interesado, como observador para realizar la revisión. Previo a la reunión, se circula al panel copia de todos los datos y análisis relevantes, así como los informes. En los dos primeros años del despliegue Seis Sigma, es recomendable que el Comité de Dirección Seis Sigma (o parte de éste) participe directamente en el panel de revisión.

El Cinta Negra (o Verde) que dirige el proyecto debe hacer una pequeña presentación del trabajo hasta la fecha y deberá responder a todas las preguntas de los otros miembros del panel.

El Patrocinador del proyecto firma la revisión de barrera (fase) cuando el panel esté de acuerdo en que el trabajo fue realizado de forma adecuada y que los análisis y conclusiones son concretos. El proyecto entonces pasa a la próxima fase.

### 8- Seguimiento y medición de indicadores de la gestión de proyectos Seis Sigma.

Los indicadores para la gestión de los proyectos Seis Sigma son identificados en cada uno de ellos, debido a que los mismos son definidos durante la realización del proyecto.

Para el seguimiento y medición de estos indicadores se utiliza el Cuadro de Mando del software Quality Companion. Este es centrado por el Líder del despliegue, y las decisiones correspondientes se desarrollan en el marco del Comité de Dirección Seis Sigma.

### 9- Reconocimiento a los equipos con resultados exitosos en sus proyectos

La empresa otorga reconocimiento a los equipos que obtengan resultados exitosos, alentándolos a presentar sus proyectos en:

- Los diferentes eventos nacionales e internacionales aplicables, garantizando la autorización y el financiamiento correspondiente (siempre que proceda).
- El Fórum de Ciencia y Técnica.
- La ANIR<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> ANIR: Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores.

Además se les entrega diplomas de reconocimiento y se divulgan los resultados alcanzados por el equipo en los matutinos desarrollados por la empresa, así como en la revista digital “Flare”.

A los Cintas Verdes (CV) / Cintas Negras (CN) puede también reconocerse por los resultados y la constancia en los proyectos liderados por ellos, una manera muy eficaz en este sentido es la de otorgarles la posibilidad de certificarse en la categoría inmediata superior CN / Máster Cinta Negra (MCN).

No se excluyen otros métodos de reconocimiento material, siempre que éstos hayan sido aprobados por las instancias correspondientes.

### 2.4 Conclusiones parciales del Capítulo II

- Se definió un sub subproceso integrado armónicamente al sistema de gestión, para implementar Seis Sigma en la Refinería Cienfuegos, el cual se describe de manera general en el mapa M6.7.1 y de forma más detallada, en el procedimiento RF-GG-P-02-13.
- Se elaboró un Procedimiento para implantar la Metodología Seis Sigma en los Proyectos de mejora de la Refinería Camilo Cienfuegos.

# Capítulo: 3

---

*Aplicación del procedimiento metodología para la gestión de los proyectos seis sigma en la Unida de Negocios Refinería Cienfuegos.*



## **CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS SEIS SIGMA EN LA UNIDAD DE NEGOCIOS REFINERÍA CIENFUEGOS**

En este capítulo se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento para la gestión de los proyectos Seis Sigma en la Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos, sobre la base de las normas ISO 13053-1:2011 e ISO 13053-2:2011, así como de otras prácticas internacionales existentes, proporcionándole a la organización una metodología robusta en sus esfuerzos por mejorar continuamente su desempeño y alcanzar altos niveles de satisfacción de los Clientes y de las otras partes interesadas.

### **3.1 Programa para la aplicación del procedimiento en el corto, mediano y largo plazo**

El procedimiento para la aplicación de la Metodología Seis Sigma en CUVENPETROL, S.A Refinería Cienfuegos se sustenta esencialmente en los siguientes acápite:

- 8.1 Gestión por la dirección en materia de Seis Sigma;
- 8.2 Gestión de los Recursos Humanos en materia de Seis Sigma;
- 8.3 Metodología DMAIC para los proyectos Seis Sigma;
- 8.4 Medición, Análisis y Mejora en materia de Seis Sigma.

Cada uno de estos acápite establece los requisitos y directrices para alcanzar un alto nivel de madurez en la implementación de la metodología Seis Sigma, es decir que cuente con todos los recursos humanos formados de acuerdo al tamaño de la Organización y posea además la infraestructura organizativa e informática que así lo posibilite.

Una vez elaborado el procedimiento, la organización no contaba con todos los roles necesarios para alcanzar el despliegue generalizado de la metodología Seis Sigma, solamente tiene 3 Seis Sigma Cinta Negra (BB) formados y certificados, de 6 ó 7 que le correspondería por su tamaño, los 2 Champions que se habían formado y certificado con anterioridad ya no se encuentran en la Refinería, no se cuenta con Seis Sigma Cinta Verde (GB), se requieren alrededor 30 de ellos, tampoco se han formado Cintas Amarillas para los miembros del equipo de proyecto, el Máster Cinta Negra se puede certificar solo después de varios proyectos Seis Sigma con resultados satisfactorios, lo cual es todavía prematuro, el Comité Seis Sigma tampoco se había creado.

Tomando en cuenta la situación antes referida, se decide diseñar un Programa que permita la implementación generalizada del procedimiento a corto, mediano y largo plazo en la organización (de 3 – 5<sup>13</sup> años).

El programa para la aplicación del procedimiento a corto, mediano y largo plazo se desarrolla de acuerdo a las capacidades y recursos con que cuenta la organización y en base a la

voluntad y el compromiso de su máxima dirección, así como del Representante del sistema de gestión de la calidad y de los Seis Sigma Cinta Negra ya certificados.

El programa se formula para cinco años (2012 ÷ 2016) mediante el software Microsoft Project.

La aplicación de Seis Sigma en la organización se programa en cinco hitos: Inicio (Id 3); Despliegue (Id 13); Implementación (Id 21); Expansión (Id 25); y Mantenimiento (Id 27), cada uno de éstos se subdivide en tareas, a las cuales se le asignan tiempo y otros recursos. A mediano y largo plazo, la Refinería Cienfuegos se propone además incorporar la filosofía Lean a su programa de mejora continua, de conjunto con la metodología Seis Sigma como una metodología única Lean Seis Sigma, el programa incluye además el hito **LEAN** (Id 29).

En el Anexo 19 se muestra una vista del PROGRAMA SEIS SIGMA 2012 – 2016

En la Figura 3.1 aparece un resumen del Programa Seis Sigma 2012 – 2016.

En la Tabla 3.1 se describe la relación de los diferentes acápite del procedimiento con las acciones del Programa Seis Sigma 2012 – 2016 a corto (**C**), mediano (**M**) y largo plazo (**L**).

Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin
1	<b>PROGRAMA LEAN SEIS SIGMA 2012-2016</b>	jue 01/04/10	lun 19/12/16
2	<b>SEIS SIGMA</b>	jue 01/04/10	lun 19/12/16
3	<b>Inicio</b>	jue 01/04/10	jue 25/10/12
4	Preparación primeros Cinta Negra (BB)	jue 01/04/10	sáb 29/10/11
5	Preparación primeros Campeones	jue 01/04/10	jue 21/10/10
6	Adquisición y prueba de softwares	jue 24/03/11	mar 11/10/11
7	Inserción Seis Sigma en el Mapa de Procesos	mié 12/10/11	mié 19/10/11
8	Preparación Procedimiento Seis Sigma	vie 28/10/11	mié 25/01/12
9	Preparación del curso Cinta Amarilla	vie 27/01/12	jue 16/02/12
10	Impartición de tres cursos Cinta Amarilla	jue 23/02/12	vie 30/03/12
11	Creación del Comité Seis Sigma	jue 19/01/12	vie 27/01/12
12	1ra homada Proyectos Seis Sigma	jue 05/01/12	jue 25/10/12
13	<b>Despliegue</b>	lun 02/04/12	mié 30/10/13
14	Preparación 2da ronda Campeones	lun 02/04/12	jue 28/02/13
15	Preparación 2da ronda Cinta Negra (BB)	lun 02/04/12	vie 28/06/13
16	2da Hornada de Proyectos Seis Sigma	jue 06/12/12	vie 28/06/13
17	Preparación curso Cinta Verde	jue 04/04/13	jue 30/05/13
18	Preparación interna Cinta Verde	mar 04/06/13	vie 19/07/13
19	Preparación curso Campeones	lun 09/09/13	lun 30/09/13
20	Preparación interna Campeones	vie 11/10/13	mié 30/10/13
21	<b>Implementación</b>	mié 04/09/13	vie 18/07/14
22	1ra homada Proyectos Cinta Verde (GB)	mié 04/09/13	jue 27/02/14
23	3ra homada proyectos Cinta Negra (BB)	mié 04/09/13	jue 27/02/14
24	Formación de 2 Master BB	lun 10/03/14	vie 18/07/14
25	<b>Expansión</b>	vie 07/03/14	lun 19/12/16
26	Proyectos varios	vie 07/03/14	lun 19/12/16
27	<b>Mantenimiento</b>	lun 20/02/12	lun 19/12/16
28	Medición y mejora	lun 20/02/12	lun 19/12/16
29	<b>LEAN</b>	mié 01/01/14	lun 19/12/16
30	Inicio	mié 01/01/14	mar 25/03/14
31	Despliegue	mié 26/03/14	mar 29/07/14
32	Implementación	mié 30/07/14	mar 07/04/15
33	Expansión	lun 20/04/15	lun 19/12/16
34	Mantenimiento	mar 01/04/14	lun 19/12/16

Figura 3.1 Muestra del Programa Seis Sigma 2012 – 2016. Fuente: Elaboración propia.

<sup>13</sup> Un ejemplo de esto se puede observar en el libro Six Sigma For Dummies, de los autores Craig Gygi, Neil De Carlo y Bruce Williams del año 2005. En el Capítulo 3, a partir de la página 55 comienzan a explicar el ciclo de vida de la iniciativa Seis Sigma en las empresas.

**Tabla 3.1: Relación Procedimiento / Programa.**

Acápites del procedimiento		Id Programa (a Corto <b>C</b> , Mediano <b>M</b> y Largo Plazo <b>L</b> )
8.1.1	Definición de la estructura organizativa Seis Sigma	Definido en el propio procedimiento
	Roles Seis Sigma	Definido en el propio procedimiento
	Comité de Dirección Seis Sigma	Id 11 ( <b>C</b> )
8.1.2	Identificación, evaluación y selección de los proyectos Seis Sigma.	Id 12 ( <b>C</b> ), Id 16 ( <b>M</b> ), Id 22 ( <b>L</b> ), Id 23 ( <b>L</b> ), Id 26 ( <b>L</b> , permanente)
8.1.3	Asignación de recursos.	Es una acción permanente
8.2.1	Selección y asignación de Recursos Humanos para los diferentes roles Seis Sigma	Id 4 e Id 5 (antes del proced.); Id 9 ( <b>C</b> ); Id 14 ( <b>M</b> ), Id 15 ( <b>M</b> ), Id 17 ( <b>M</b> ), Id 19 ( <b>M</b> ), Id 24 ( <b>L</b> )
8.2.2	Definición de las competencias requeridas	Definido en el propio procedimiento
8.2.3	Gestión de la formación requerida	Id 4 e Id 5 (antes del proced.); Id 9 ( <b>C</b> ); Id 14 ( <b>M</b> ), Id 15 ( <b>M</b> ), Id 17 ( <b>M</b> ), Id 18 ( <b>M</b> ), Id 19 ( <b>M</b> ), Id 20 ( <b>M</b> ), Id 24 ( <b>L</b> )
8.2.4	Reconocimiento a los equipos con resultados exitosos en sus proyectos	Id 12 ( <b>C</b> ) Después de la primera hornada es una acción permanente.
8.3	Metodología DMAIC para los proyectos Seis Sigma	Id 12 ( <b>C</b> ), Id 16 ( <b>M</b> ), Id 22 ( <b>L</b> ), Id 23 ( <b>L</b> ), Id 26 ( <b>L</b> , permanente)
8.4.1	Revisiones de barrera	Id 12 ( <b>C</b> ), Id 16 ( <b>M</b> ), Id 22 ( <b>L</b> ), Id 23 ( <b>L</b> ), Id 26 ( <b>L</b> , permanente)
8.4.2	Seguimiento y medición de indicadores de la gestión de proyectos Seis Sigma	Son acciones periódicas que se implementarán a mediano plazo ( <b>M</b> ) una vez alcanzada la madurez.
8.4.3	Auditorías internas y externas	Son acciones periódicas que se implementarán a mediano plazo ( <b>M</b> ) una vez alcanzada la madurez.

### Leyenda:

(C): Corto plazo,  
(M): Medio plazo,  
(L): Largo plazo.

### 3.2 Aplicación del procedimiento en el corto plazo

La aplicación del procedimiento en el corto plazo se corresponde con las tareas del PROGRAMA SEIS SIGMA 2012 – 2016 desde la Id 9 hasta la Id 12 del hito **Inicio** (Id 3).

Ver en la Tabla 3.1 la correlación de los diferentes acápite del procedimiento con las acciones del Programa a corto (**C**) plazo.

Se excluyen las tareas Id 4 e Id 5 (se realizaron antes de la presente investigación), así como las tareas Id 6 e Id 7, las que corresponden al cumplimiento de los objetivos del capítulo 2.

A continuación se abordará más detalladamente la aplicación del procedimiento con relación a su objeto o razón de ser, que es la realización de proyectos Seis Sigma orientados a mejorar el desempeño de la organización, en este caso se muestran los resultados de la primera hornada de proyectos Seis Sigma (Id 12, acápite 8.1.2 y 8.3 del procedimiento).

#### 3.2.1 Primera hornada de proyectos Seis Sigma - Evaluación y selección de proyectos.

La primera hornada de proyectos Seis Sigma es fundamental para la implementación y evolución futura de la metodología en la organización, aunque los riesgos de fracaso en esta etapa se minimizan o por lo menos disminuyen porque la empresa y el personal designado para emprender estos proyectos cuentan con la asistencia de una organización de consultoría de reconocimiento internacional.

Cada proyecto de este tipo requiere de un Seis Sigma Cinta Negra (SSBB) o Seis Sigma Cinta Verde (SSGB) que lidere el proyecto, y en esta etapa del despliegue se cuenta solamente con tres SSBB, por lo tanto se deben seleccionar tres proyectos Seis Sigma de la lista de proyectos candidatos, de acuerdo al procedimiento que se elaboró para esta investigación cuyo código es (RF-GG-P-02-13).

Para la selección de los proyectos Seis Sigma se cuenta con un grupo de proyectos candidatos, los cuales son determinados por el Comité Seis Sigma a partir de propuestas de proyectos potenciales emitidos por los miembros del Consejo de Dirección, del propio Comité Seis Sigma, del Comité de Operaciones y de los Coordinadores del Sistema de Gestión en todas las áreas de la empresa.

Los proyectos candidatos se insertan en la Matriz para la selección de Proyectos Seis Sigma y se realiza la evaluación de los mismos por el Comité Seis Sigma. La Fig. 3.2 muestra la Matriz

resultante de la primera evaluación realizada, el método de evaluación aparece en la Leyenda de la Matriz.

Se iniciaron los tres proyectos Seis Sigma de mayor puntuación. Los tres proyectos concluyeron satisfactoriamente en el tiempo planificado y con resultados y ahorros significativos.

### 3.2.2 Primera hornada de proyectos Seis Sigma - Resultados de un proyecto aplicado al proceso M6.3 Auditorías Internas.

Los proyectos Seis Sigma se realizan cumpliendo con la universalmente conocida metodología DMAIC, adaptada a las condiciones y recursos disponibles en la organización mediante el procedimiento elaborado (RF-GG-P-02-13). Aun cuando la metodología DMAIC estandariza la secuencia a seguir y las herramientas posibles a emplear, cada proyecto es único en dependencia del proceso, de la naturaleza del defecto



**Figura 3.2 Matriz utilizada para la selección de los proyectos Seis Sigma desarrollados en la empresa. Fuente: Elaboración propia.**

del alcance, de las metas a alcanzar, así como del software que se emplee para gestionar el mismo, por lo cual los pasos específicos en su ejecución y las salidas de éstos pueden ser diferentes para cada proyecto.

#### Proyecto Seis Sigma aplicado al proceso M6.3 Auditorías Internas

A partir de los resultados de la evaluación de los proyectos candidatos se toma como objeto de estudio el proceso M6.3 Auditorías Internas, perteneciente al sistema de gestión de la Refinería Cienfuegos.

Para comenzar el proyecto y dando continuidad a la investigación se crea el equipo de trabajo compuesto por:

- Representante del Sistema de Gestión de Calidad de la Refinería Cienfuegos: M.Sc. Ing. Lázaro M. Borroto Pérez. (Black Belt)
- Amderson Jiménez (Analista Informática)
- Layne Torrez (Auditor y Especialista Seguridad y Salud)
- Frank Alonso Díaz (Especialista Automática)
- Maricela Rodríguez Alayón (Auditora y Especialista Medio Ambiente)
- José Rodríguez (Auditor)
- Belkis Martínez Fernández (Auditora)
- José Manuel Suárez Águila (Director de Operaciones. Champion)
- Alejandro Martínez Aguiñaga (Máster Cinta Negra)

Para cada una de las fases del proyecto en La Refinería Cienfuegos se utiliza el software Quality Companion 3 de MINITAB, para el trabajo con los métodos estadísticos se emplea MINITAB 15.

A continuación se describe detalladamente el proyecto objeto de esta investigación cumpliendo con las fases de la metodología DMAIC, fue aplicado al proceso Auditorías Internas.

### Fase I Definir

#### Paso 1. Definir y acotar el proyecto

Una vez seleccionado el proceso a mejorar, se parte de las principales necesidades de sus clientes (la Voz del Cliente - VOC), como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Principales necesidades de los clientes del proceso de auditorías internas. Fuente: Elaboración propia.**

Cientes	Tipo de Cliente	Necesidades	Peso otorgado por el cliente	Peso otorgado por el equipo	total
Dirección de la Organización (Cliente principal)	Interno	Los Órganos externos deberían detectar la menor cantidad posible de No Conformidades a la Organización	5	5	10
		Internamente deberíamos detectar la mayor cantidad de no conformidades y riesgos presentes en las actividades diarias en aras de eliminar sus causas para evitar que se repitan o surjan nuevos problemas.	3	4	7

		El tiempo que demora el cierre de las no conformidades es perjudicial para la Organización, ya que se retarda la implementación de acciones correctivas y preventivas.	4	4	8
		La formación de auditores cuesta, así como la contratación de algunas auditorías a la Organización, si se pudiera ahorrar con acciones internas de capacitación, orientadas a nuestros procesos, y en la realización de todas las auditorías con recursos propios, es lo más beneficioso.	2	2	4
Auditados	Interno	Cuando nos detecten objetivamente lo que tenemos mal, de seguro nos ayuda a mejorar.	No evaluada	Equivalente a la 2	
Cliente externo	Externo	Todo lo que ustedes hagan por detectar y corregir sus problemas internos, a mí me va a convenir porque de alguna manera repercute en la calidad de los productos y servicios que recibimos de ustedes.	No evaluada	Equivalente a 1 y 2	
Accionistas	Externo	Buscar la excelencia en la gestión es parte de la visión que tenemos de la Refinería Cienfuegos, como unidad de negocios clave para la Alianza Bolivariana de los Pueblos de América, consideramos que las auditorías internas pueden contribuir significativamente al logro de esa meta.	No evaluada	Equivalente a 1 y 2	
Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión	Interno	En las auditorías internas existen muchas reservas de mejoras, sobre todo en la verificación del cumplimiento de los requisitos regulatorios de medio ambiente.	No evaluada	Equivalente a 1 y 2	
		Se pierden registros de auditoría y se consume tiempo en la revisión y el control de los mismos.	4	3	7
		Cuando nos comparamos con Organizaciones líderes, vemos que la informatización es esencial a la hora de preparar, y cerrar las auditorías. Ese es un	5	3	8

		tema en el cual debemos incursionar de inmediato.			
--	--	---	--	--	--

**Priorización (por segmento de cliente)**

- 1 No es importante
- 2 Importancia menor
- 3 Importancia promedio
- 4 Importante
- 5 Extremadamente importante

Una segunda fase en la determinación de la VOC consiste en definir el Árbol de las características críticas (VOC – CT Tree<sup>14</sup>) el que se muestra en el Anexo 20.

**Diagrama SIPOC para la caracterización del proceso en estudio**

A continuación se describen las entradas y salidas del proceso seleccionado, así como sus proveedores y clientes.

El proceso tiene como entradas:

- Requisitos programa anual de auditorias (procedimiento).
- Resultados análisis de datos.
- Cursos de formación y tutorías ad hoc.
- Cantera de auditores formados.
- Programa anual de auditorias internas.
- Requisitos aplicables.
- Documentos y registros del auditado.
- Documentos de trabajo.
- Equipo auditor.
- Reportes de no conformidad e Informe de auditoria.
- Datos e informaciones. Desempeño del equipo auditor.

Las salidas de este proceso son las siguientes:

- Programa anual de auditorias internas.
- Auditores formados.
- Equipo auditor.
- Documentos de trabajo.
- Reportes de no conformidad e Informe de auditoria.
- Registro sobre el cierre de no conformidad y Auditoria.
- Resultados de la evaluación del equipo auditor.

Los actores más destacados en este proceso son los siguientes:

Proveedores:

- Representante Sistema Integrado de Gestión.

Consultores y entrenadores.

Equipo Auditor.

Auditor Líder.

Clientes:

Dirección General (Cliente principal).

Dirección a todos los niveles (auditados).

Los propios auditores.

Área auditada (Cliente secundario).

Equipo auditor.

En el Anexo 21 se muestra el diagrama SIPOC resultante del análisis de alto nivel de este proceso.

### **Diagramas del proceso de auditorías**

En el Anexo 22 se muestra el flujo grama de funciones cruzadas que describe las actividades y los responsables de ejecutarlas en un proceso simple de auditorías (Proceso M6.3), tal y como está descrito en el procedimiento RF-GG-P-02-04 Auditorías Internas, de la Refinería Cienfuegos, así como en el Anexo 23 se muestra también el flujo grama del subproceso M6.3.1 Realización de una auditoría específica.

### **Diagrama Gantt del proyecto.**

El diagrama Gantt del Proyecto en el cual se programan las actividades y el tiempo de ejecución de las mismas para la realización de un proyecto Seis Sigma en la Refinería Cienfuegos se muestra en el Anexo 24.

## **Paso 2. Descripción del problema.**

Una vez definido y acotado el proyecto se procedió a definir el problema, el cual se describe a continuación:

- 1) No se detectan todas las no conformidades u oportunidades de mejora (reales y/o potenciales) presentes en las muestras de los procesos auditados (se pierde credibilidad y en ocasiones dinero cuando una entidad reguladora externa detecta no conformidades que podían haberse identificado internamente);
- 2) Los costos en la formación de auditores son considerables;
- 3) El cierre de las no conformidades, y en general de las auditorías tarda demasiado tiempo, en algunos casos más de un año;
- 4) Se pierden registros y se consume tiempo en la revisión y control de los mismo.

## **Paso 3. Planificar y documentar el proyecto.**

El paso final de Definir consiste en completar el Acta de Definición del Proyecto "Project Charter" (ver Anexo 25) en la cual se planifica el proyecto, se definen sus metas iniciales de mejora y se indican los responsables de ejecutarlo (Equipo de Proyecto).

### FASE II MEDIR

Para realizar un proyecto de mejora a un proceso lo primero que se debe hacer es medir el estado actual de ese proceso al que se le desea hacer la mejora con la finalidad de verificar en cuanto es necesario realizar dicha mejora, para ello se parte de una evaluación general del sistema de medición.

#### Paso 4. Evaluación general del sistema de medición.

La evaluación general del sistema de medición se aplicará a las variables de salida Y1, Y2, Y3 y Y4, las cuales fueron inicialmente identificadas en el Árbol de las características críticas (VOC – CT Tree) del Anexo 20.

Las denominaciones y definiciones operativas de esas variables se presentan a continuación:

Y1= Tasa de no conformidades (cantidad de no conformidades detectadas por entidades externas)

Y2= Gastos de formación de auditores

Y3= Gastos por contratación de auditorías externas

Y4= Tiempo de ciclo (cantidad de días desde la emisión del informe de auditoría hasta el cierre de cada una de las no conformidades reportadas).

Y1, Y2 y Y3 son variables discretas, mientras que Y4 es una variable continua.

Las no conformidades externas, los tiempos de ciclo, los gastos de formación y los gastos por contratar auditorías externas son tomados por miembros asignados del equipo directamente de:

1. Informes de las auditorías internas, así como los informes de otras acciones de control externas, los cuáles se encuentran archivados en el Expediente Único de Auditorías y otras Acciones de Control, y son custodiados por el Representante de Control Interno de la organización.

2. El sistema de medición es adecuado

El sistema de medición es adecuado ya que se emplean datos reales que quedan registrados en diferentes tipos de informes y expedientes accesibles al equipo del proyecto Seis Sigma.

#### Paso 5. Establecer la línea base.

Se hizo necesario elaborar un plan para el estudio de capacidad del proceso M6.3 Auditorías Internas.

**Tabla 3.2 Plan para estudio de capacidad del proceso M6.3.** Fuente: Elaboración propia.

Plan para estudio de capacidad del Proceso						
Y(s) del Proyecto	Definición Operativa	Tipo de estándar de desempeño	LIE	LSE	Plan de Muestreo	Forma de recolectar datos
Y1= Tasa de No Conformid. detectadas	Cantidad de no conformidades detectadas por entidades externas (certificación)	<b>Menos es mejor</b> (lo ideal es que tienda a 0)	<b>0</b>	<b>8</b> (no se había definido, el equipo considera que un buen comienzo sería fijar la especificac. superior en 8)	La totalidad de las auditorías internas y externas por lo general no exceden de 20 en el año, la cantidad de no conformidades que se reportan no constituyen un número tan elevado desde el punto de vista estadístico, ni difícil de obtener. Resulta factible trabajar con toda la población, no se requiere hacer muestreo.	Colectar datos de los expedientes de las auditorías, transfiriéndolos para la Hoja de Recolección de Datos de las Auditorías (HRDA).
Y2=COPQ Prevención (Formación de Auditores).	Gastos incurridos por formar/entrenar auditores internos en entidades externas.	<b>Menos es mejor</b> (lo ideal es que tienda a 0).	<b>0</b>	<b>6000,00</b> (Presup. Anual)	Es factible trabajar con toda la población sin necesidad de aplicar muestreo.	Colectar datos de gastos en las facturas, transfiriéndolos a la hoja de gastos de auditorías (H.Gastos).
Y3=COPQ Evaluación (Auditorías contratadas)	Gastos incurridos por contratar a entidades externas para la realización de auditorías de primera parte. (En nombre de la Organización).	<b>Menos es mejor</b> (lo ideal es que tienda a 0).	<b>0</b>	<b>6000,00</b> (Presup. Anual)	Es factible trabajar con toda la población sin necesidad de aplicar muestreo.	Colectar datos de gastos en las facturas, transfiriéndolos a la hoja de gastos de auditorías. (H.Gastos).
Y4=Tiempo de ciclo	Tiempo que demora la realización y cierre de una auditoría (desde el inicio en que se selecciona al auditor líder, hasta que se cierra la última N-C reportada).	<b>Entre dos valores</b> , (el suficiente para garantizar una buena preparación, realización y cierre oportuno de la auditoría).	<b>10 días</b>	<b>75 días</b>	Es factible trabajar con toda la población sin necesidad de aplicar muestreo. (Igual que en Y1).	Colectar datos de los expedientes de las auditorías, transfiriéndolos para la Hoja de Recolección de Datos de las Auditorías (HRDA).

Para las variables Y1 y Y4 se colectan los datos en una hoja de recolección de datos de auditorías y para las variables Y2 y Y3 se colectarán en una hoja de gastos de auditorías y evaluación.

En el Anexo 26 se encuentra el gráfico de capacidad de proceso para la variable Y4.

Para Y1 se hace engorroso calcular la capacidad (muy pocos datos); pero mediante la métrica DPMO (Defecto Por Millón de Oportunidad) y su correspondiente nivel es posible caracterizar el desempeño del proceso.

Para Y2 y Y3 no tiene sentido calcular capacidad, ya que son gastos que ocurren muy puntualmente y en pocas ocasiones.

**Análisis para Y1: Defecto Por Millón de Oportunidades (DPMO)**

La determinación del Defecto por Millón de Oportunidades (DPMO) se realiza según la fórmula referida en ISO 31053-1:2011 punto 5.2, la cual se indica a continuación:

$$Y_{DPMO} = \frac{C}{n_{units} \times n_{CTQC}} \times 1\,000\,000$$

<b>C</b>	<b>número de defectos (no conformidades)</b>
<b>n<sub>CTQC</sub></b>	<b>número de características críticas para la calidad</b>
<b>n<sub>units</sub></b>	<b>número de unidades examinadas</b>

**Tabla 3.3 Puntuaciones sigma. Fuente: ISO 53013-1:2011, punto 5.2**

<b>Valor calculado DPMO (Y<sub>DPMO</sub>)</b>	<b>Puntuación Sigma (Z<sub>value</sub>)</b>
<b>308 538,0</b>	<b>2</b>
<b>66 807,0</b>	<b>3</b>
<b>6 210,0</b>	<b>4</b>
<b>233,0</b>	<b>5</b>
<b>3,4</b>	<b>6</b>

La Refinería tiene su sistema de gestión de la calidad certificado por la Norma **NC ISO 9001**, y esta a su vez tiene 193 requisitos (incisos, párrafos, oraciones) que pueden incumplirse, en el contexto de las auditorías, éstos 193 requisitos se asumen como el número de características críticas para la calidad n<sub>CTQC</sub>, ya que su incumplimiento puede generar una no conformidad si la misma es detectada por el auditor externo en un seguimiento semestral y las áreas que se auditan, pueden ser consideradas como el número de unidades examinadas n<sub>units</sub> vs 193 requisitos.

Para una auditoría externa a 5 áreas en la cual se reportan ocho NCF queda:

$Y_{DPMO} = 8 / (5 \times 193) \times 1000000 = 8290,16$  y el valor sigma sería de **3,9**.

En la Figura 3.3 se muestra un gráfico con los valores históricos de en varios controles realizados a la Refinería Cienfuegos.



Figura 3.3 Tendencias de las no conformidades detectadas en auditorías externas y su correspondiente nivel . Fuente: Elaboración propia.

Paso 6. Establecer las metas del proyecto.

Con el proyecto se pretende mejorar la eficacia y la eficiencia del proceso de auditorías, y por ende del sistema integrado de gestión, con repercusiones significativas en la satisfacción de los clientes, los resultados globales de la organización, así como en la imagen pública de ésta ante todas las partes interesadas.

En la siguiente tabla se muestra por cada uno de los indicadores (variable de salida del proceso-Y-), la línea base actual del proceso y la meta que se propone la organización lograr.

Tabla 3.4 Metas del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

INDICADOR	LÍNEA BASE	META DEL PROYECTO
Y1 Tasa de no conformidad	8	2
Y2 Formación de auditores	\$ 6 000,00	\$ 600,00
Y3 Gastos por auditorías contratadas	\$ 13 000,00	\$ 0,00
Y4 Tiempo de ciclo	124,52 días	60 días
<b>Ahorros Tangibles</b>		<b>\$ 18 400,00</b>

Paso 7. Mapeo detallado del proceso.

Se elabora un mapa detallado del proceso para identificar las entradas en cada una de sus etapas. Ver Anexo 27 Mapa del proceso.

Todas las entradas identificadas en el mapa unificado se analizan en el software Quality Companion.

**FASE III ANALIZAR**

**Paso 8. Analizar las entradas.**

A partir del Mapa de Proceso Unificado se toman todas las entradas de cada fase del proceso y se analizan contra las variables de salida Y1 y Y4 en una Matriz Causa – Efecto, con el Diagrama Pareto asociado a la misma (Figuras 3.4 y 3.5) con el objetivo de eliminar variables de entrada y trabajar solamente con aquellas causas o categorías de causas que mayor inciden en las variables de salida.

De las figuras 3.4 y 3.5 se concluye que seis entradas son evaluadas como las de mayor efecto (4.3; 3.2; 4.2; 5.1; 7.1 y 4.1). Los siguientes análisis se basarán en el estudio a profundidad de éstas CATEGORÍAS DE CAUSAS.

Rating Scale - Min  Max

Importance of each output to the customer		9	7			
Outputs		Taza de NCF detectadas	Tiempo Ciclo (Cierre Auditoría)			
Process Map - Activity	Inputs (X Variable)			Weighted Value by Input	% of Net Effect by Input	Status
Mapa del Proceso (Unificado) - 1 Elabo	1.1 Requisitos Programa Ar	3	1	34	3,0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 1 Elabo	1.2 Resultados análisis de c	2	1	25	2,2%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 2 Form.	2.2 Cursos de formación	6	1	61	5,4%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 2 Form.	2.1 Tutorías Ad Hoc	4	2	50	4,4%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 Selec	3.1 Cantera de auditores fc	5	1	52	4,6%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 Selec	3.2 Requisitos aplicables	9	3	102	9,0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 Selec	3.3 Documentos y registros	5	2	59	5,2%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.1 Documentos de trabajo	8	3	93	8,2%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.2 Docum. y Registros del	7	5	98	8,7%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.3 Equipo Auditor	9	4	109	9,7%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 5 Emisi	5.1 Reportes de NCF	6	6	96	8,5%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 5 Emisi	5.2 Hallazgos y evidencias	3	1	34	3,0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 Segui	6.1 Reportes de NCF	3	1	34	3,0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 Segui	6.2 Dirección General	3	9	90	8,0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 Segui	6.3 Auditado	1	9	72	6,4%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 7 Evalu	7.1 Equipo Auditor	4	5	71	6,3%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 7 Evalu	7.2 Informaciones y datos :	3	3	48	4,3%	Potential
Weighted effect on each output		729	399			

Figura 3.4 Matriz Causa – Efecto. Fuente: Elaboración propia.

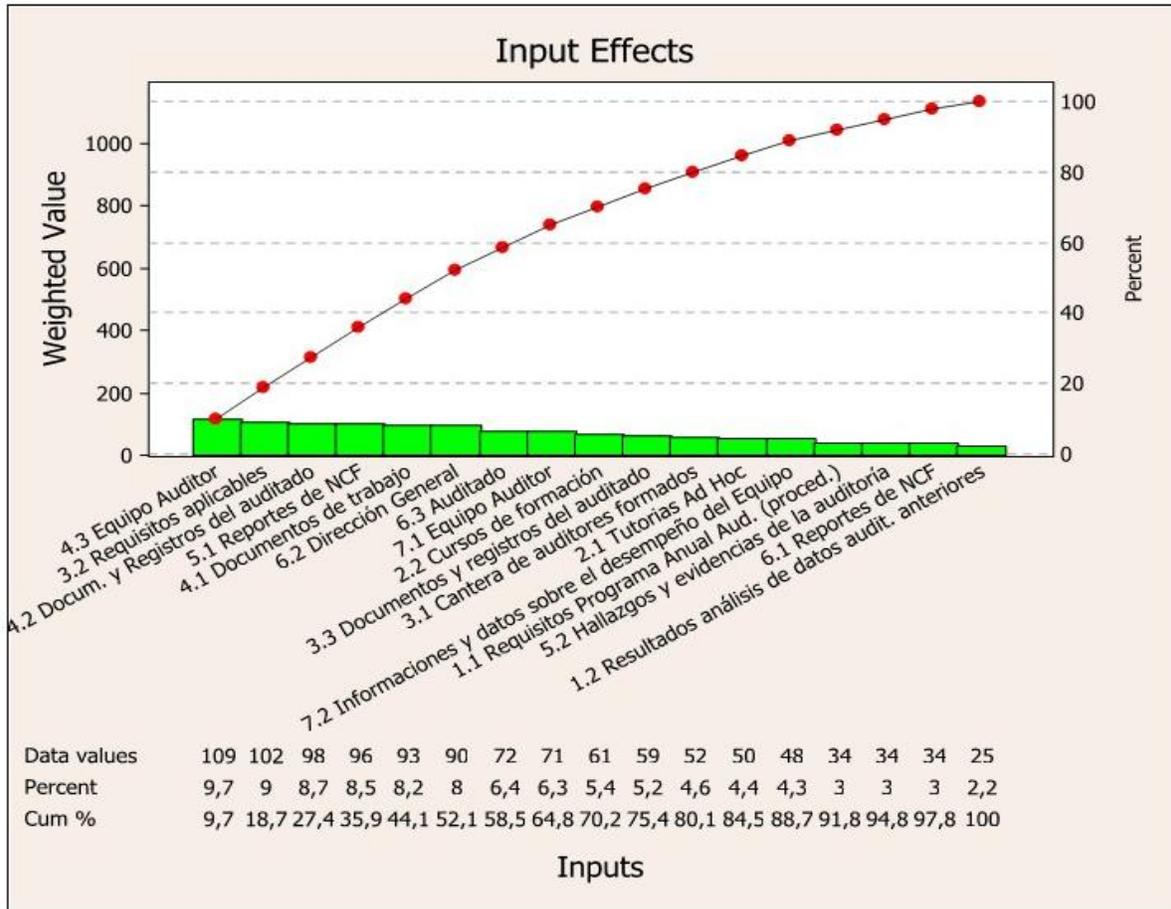


Figura 3.5 Diagrama Pareto de todas las entradas al proceso. Fuente: Elaboración propia.

### Paso 9. Análisis de Causas por Categoría – Efecto sobre las variables de salida Y1 y Y4.

Se desarrollan diagramas causa-efecto sobre las variables de salida Y1 y Y4 y se determinan las causas (sub causas) por cada una de las Categorías (4.3; 3.2; 4.2; 5.1; 7.1 y 4.1), para luego determinar, mediante Matrices Causa Efecto cuáles son las que ejercen mayor incidencia, por lo que hacia ellas es que se deben emprender los esfuerzos y acciones de mejora.

#### ANÁLISIS PARA LA VARIABLE DE SALIDA Y1

A partir del Diagrama Causa – Efecto para la variable Y1, se desarrolla una matriz causa – efecto utilizando el software Quality Companion para determinar aquellas causas/sub causas que tienen la mayor incidencia en la tasa de no conformidades Y1.

En las figuras 3.6 Matriz Causa Efecto y 3.7 Diagrama de Pareto, se muestran estos resultados.

Las causas que inciden la alta tasa de no conformidades son:

3.2.1 No están identificados todos los requisitos aplicables.

5.1.1 Pobre automatización.

4.2.1 Pobre automatización.

Nota: la pobre automatización se repite porque constituyen sub causas de dos categorías diferentes. Para los siguientes análisis, solamente se tomarán 3.2.1 y 5.1.1.

C&E Matrix	
Project: 2010-007 Mejora del Proceso M6.3 AUDITORIAS INTERNAS	Project / Tool Leader: Iborroto
Participants: Todo el Equipo	Date: 04/03/2011
Conclusion: Las causas que inciden la alta tasa de no conformidades son:  3.2.1 No están identificados todos los requisitos aplicables 5.1.1 Pobre automatización 4.2.1 Pobre automatización	

How to fill in the C&E Matrix

Rating Scale - Min  Max

Importance of each output to the customer		9				
Outputs		Taza de NCF detectadas				
Process Map - Activity	Inputs (X Variable)		Weighted Value by Input	% of Net Effect by Input	Status	
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.3.1 Equipo no lo suficiente		2	18	6.1%	Critical
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.3.2 Auditores no disponib		1	9	3.0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.3.3 Desmotivación del Eq		3	27	9.1%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 Sele	3.2.1 No están identificados		9	81	27.3%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.2.1 Pobre automatización		7	63	21.2%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 5 Emis	5.1.1 Pobre automatización		8	72	24.2%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 5 Emis	5.1.2 Extravíos		1	9	3.0%	Potential
Mapa del Proceso (Unificado) - 4 Reali	4.1.1 Insuficientes docume	2	18	6.1%	Potential	
Weighted effect on each output		297				

Fig. 3.6 Matriz Causa Efecto Y1. Fuente: Elaboración propia.

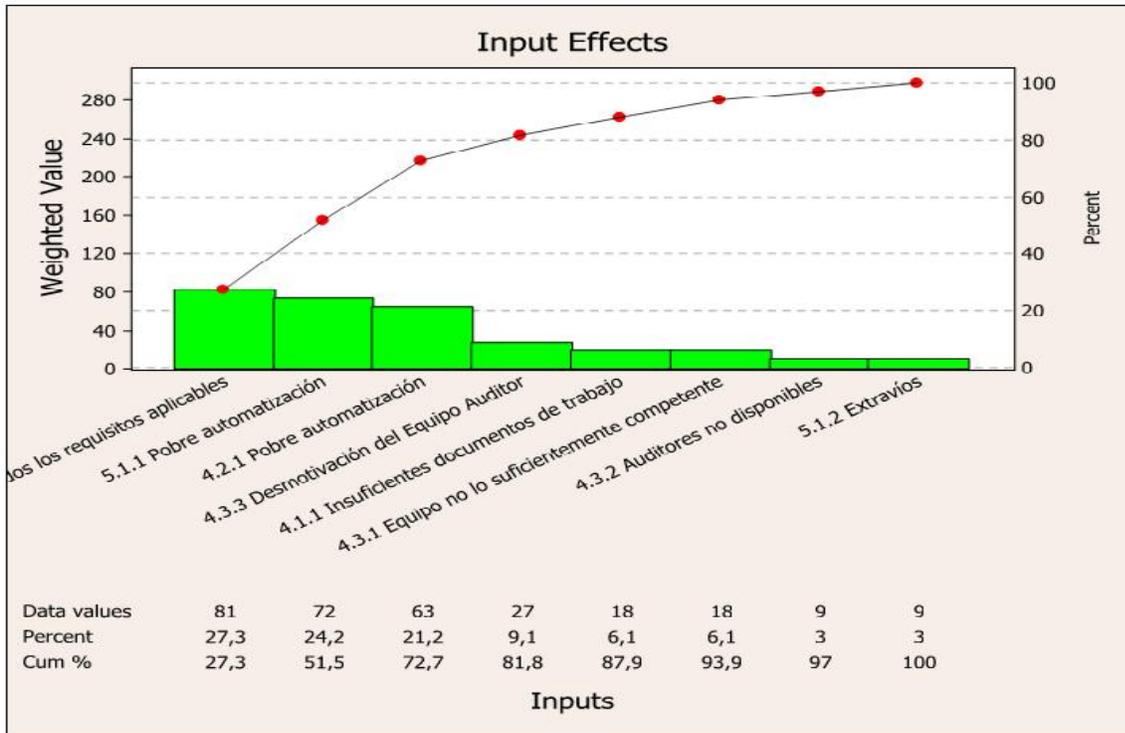


Figura 3.7. Diagrama Pareto de las entradas que afectan la variable Y1. Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS PARA LA VARIABLE DE SALIDA Y4.

Para la variable de salida Y4 se realiza un análisis similar al realizado para Y1.

A partir del Diagrama Causa – Efecto para la variable Y4, se desarrolla una matriz causa – efecto utilizando el software Quality Companion para determinar aquellas causas/sub causas que tienen la mayor incidencia en el tiempo de ciclo para el cierre de auditorías.

En las figuras 3.8 Matriz Causa Efecto y 3.9 Diagrama de Pareto, se muestran estos resultados.

Rating Scale - Min  Max

Importance of each output to the customer		1			
Outputs		Y4- Tiempo de Ciclo			
Process Map - Activity	Inputs (X Variable)		Weighted Value by Input	% of Net Effect by Input	Status
Unmapped Variable	4.3.1 Auditores muy ocupados	2	2	6.3%	Potential
Unmapped Variable	4.3.2 Se reportan no conformidades	2	2	6.3%	Potential
Unmapped Variable	6.2.1 Otras prioridades	2	2	6.3%	Potential
Unmapped Variable	6.3.1 Otras prioridades	3	3	9.4%	Potential
Unmapped Variable	Se extravían algunos reportes	1	1	3.1%	Potential
Unmapped Variable	90 % actividad manual	9	9	28.1%	Potential
Unmapped Variable	Procedimientos no explícitos	7	7	6.3%	Potential
Unmapped Variable	La medición del seguimiento	8	8	25.0%	Potential
Unmapped Variable	No están establecidos indicadores	3	3	9.4%	Potential
Weighted effect on each output		32			

Figura 3.8 Matriz Causa Efecto para la variable Y4. Fuente: Elaboración propia.

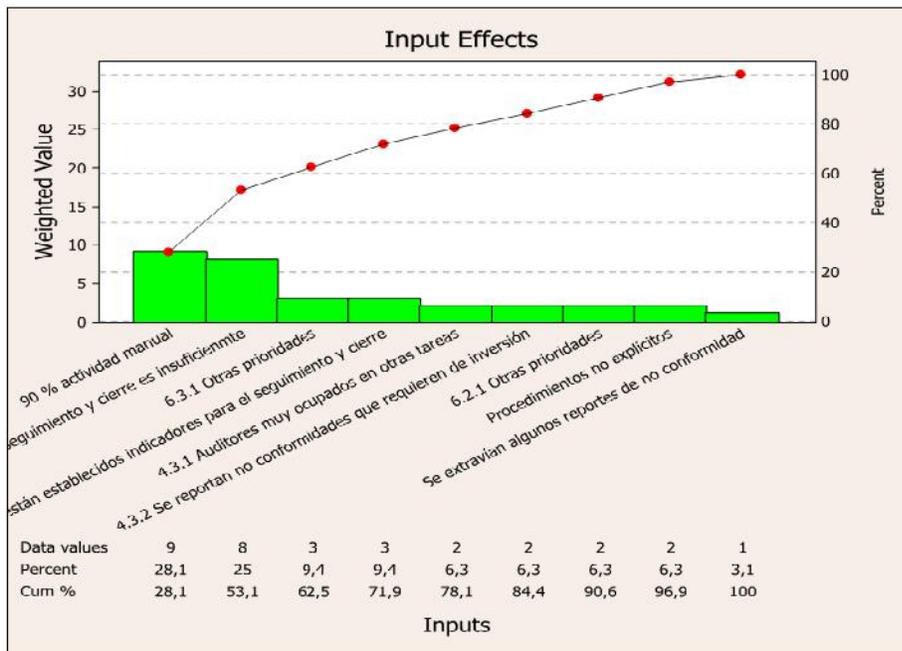


Figura 3.9 Diagrama Pareto de las entradas que afectan la variable Y4. Fuente: Elaboración propia.

Para la variable de salida Y4, se resume entonces que:

- la pobre automatización de la actividad; y

- la insuficiente medición del seguimiento y cierre de las auditorías son las principales causas de los tiempos de ciclo tan prolongados

### **FASE IV MEJORAR**

#### **Paso 10. FMEA para la Mejora**

Como paso previo a la definición de acciones de mejora se elabora un FMEA de Procesos en el que se definen acciones para los modos de falla de mayor prioridad de riesgo, este diagrama se muestra en el Anexo 28.

Paso 11 Diagrama de Árbol para proyectar las mejoras.

En base a:

- los análisis de causa para las variables de salida Y1 y Y4;
- los análisis puntuales y las metas de las variables de salida Y2 y Y3; y
- el FMEA de proceso.

Se desarrolla el diagrama de árbol para una planificación inicial de las mejoras (ver Anexo 29).

#### **Paso 12. Plan de Acción para la implementación de las mejoras.**

Una vez conformado el árbol como preámbulo de la definición de las acciones de mejora, se elaboró el Plan de Acción 5W2H resultante para implementar las mejoras, éste se muestra en el Anexo 30.

#### **Paso 13. Implementación del Plan de Acción**

Todas las acciones definidas en el Plan de Acción se ejecutan por cada uno de los responsables en las fechas planificadas.

### **FASE V CONTROLAR**

#### **Paso 14. Implementar la estrategia de control.**

Para la implementación de la estrategia de control se elabora un Plan de Control (ver Anexo 31) mediante el cual se definen los métodos de control para las variables de entrada y de salida que requieren de supervisión y control con determinada frecuencia y sistematicidad.

Se realiza una revisión al procedimiento de las auditorías internas RF-GG-P-02-04 en la cual se introducen las acciones aplicables definidas en el Plan de Control, así como en el Plan de Acción para la implementación de las mejoras definido en el Paso 12.

#### **Paso 15. Validación de las Mejoras**

Después de implementar las acciones de mejora, incluidas las acciones de seguimiento y control se realiza una recopilación de datos para verificar si se alcanzan las metas planificadas.

A continuación se exponen los resultados obtenidos, los cuales se catalogan de muy favorables.

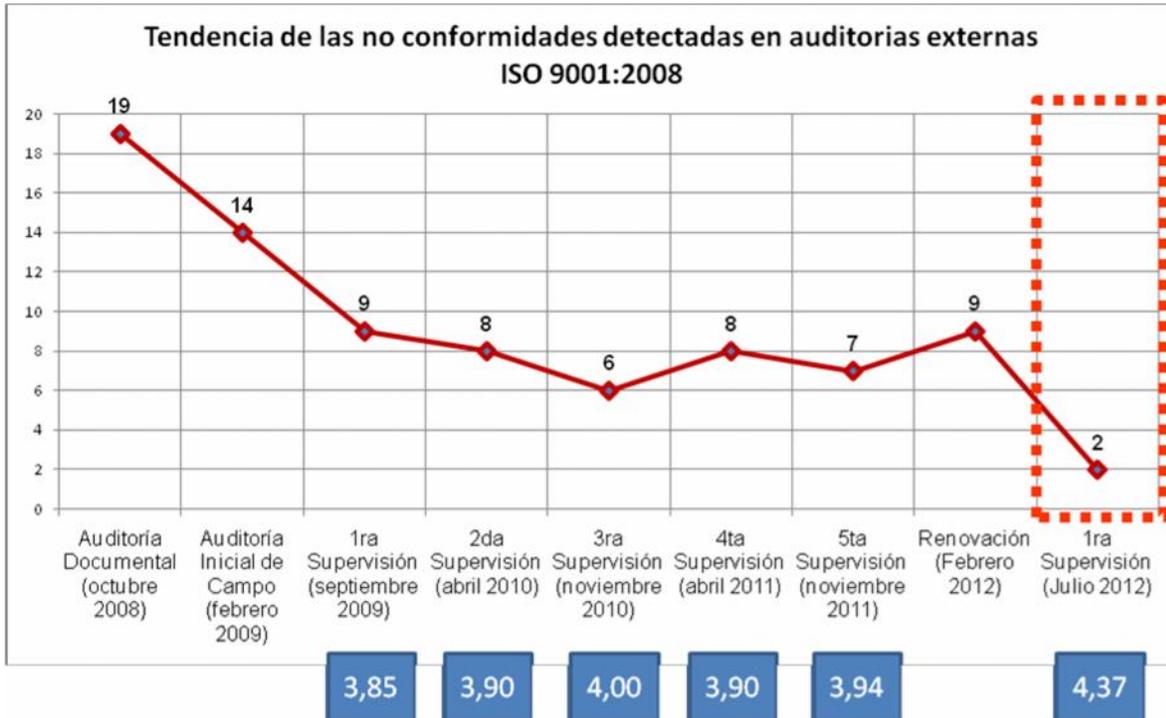


Figura 3.7 Tendencias de las no conformidades detectadas en auditorías externas y su correspondiente nivel , incluida la mejora. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3.4 se resumen los resultados alcanzados para cada una de las variables de salida del proyecto (Indicadores). En todos los casos los resultados corresponden o superan las metas del proyecto.

Tabla 3.4 Resultados tangibles del proyecto. Fuente Elaboración propia.

INDICADORES	LINEA BASE	Metas del Proyecto	Resultados
Y1 Tasa de NCF	8 (sigma 3,90)	2 (sigma 4,37)	2 (sigma 4,37)
Y2 Formación de auditores	\$6,000.00	\$600.00	0
Y3 Gastos por auditorías Contratadas	\$13,000.00	\$0.00	0
Y4 Tiempo de Ciclo	124,52 días	60 días	57 días
Ahorros Tangibles		\$18,400	\$1800.00

Paso 16. Cierre del proyecto.

Después de que la mejora requerida del proceso se haya confirmado, el proceso mejorado debe transferirse al responsable del mismo.

Se realiza una auditoría al proceso, se revisan sus hallazgos, aproximadamente seis meses después de finalizado el proyecto. Se debe determinar una fecha para la auditoría del proceso antes de la transición.

Una vez validados los resultados se procede a firmar la carta de cierre del proyecto por parte del Director del Comité Seis Sigma.

### 3.3 Conclusiones parciales del Capítulo III

- Se desarrolla el Programa para la implementación progresiva de la metodología Seis Sigma en CUVENPETROL, S.A;
- Se realizan las acciones del programa en el corto plazo, que incluyen la realización de proyectos Seis Sigma;
- Los proyectos Seis Sigma ejecutados proporcionan resultados favorables para la organización.

# Conclusiones

---



### **CONCLUSIONES GENERALES**

1. Se elabora un procedimiento para la implementación de la metodología Seis Sigma en CUVENPETROL, S.A Refinería Cienfuegos, constituyendo un aporte metodológico de la presente investigación;
2. Se desarrolla el programa de acciones que posibilita su aplicación progresiva a corto, mediano y largo plazo del procedimiento;
3. Se aplican las acciones del programa en el corto plazo, incluido la realización de dos proyectos con resultados exitosos, y los resultados alcanzados en uno de esos proyectos se describen detalladamente en este trabajo.

# *Recomendaciones*

---



## RECOMENDACIONES

1. Continuar aplicando las acciones plasmadas en la estrategia de implantación de Seis Sigma a mediano y largo plazo.
2. Continuar las investigaciones en materia de Seis Sigma en colaboración con las universidades cubanas profundizando en herramientas tales como la simulación para procesos discretos y continuos.

# *Bibliografía*

---



### BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, R.R. 2007. *Aplicación de Metodología Seis Sigma para mejorar la capacidad de proceso de la variable nivelación vertical en la aplicación de pintura (fondos) de una ensambladora de vehículos..*
- Álvarez Moreno, Y. 2011. "Mejora del proceso de realización del Producto en EDIN Cienfuegos a partir de la disminución de su tiempo de ciclo.." Tesis de Grado, Cienfuegos.
- Astigarraga, E. 2004. *El método DELPHI.*
- Aubyn Salkey, M. 2008. "Procedimiento para la mejora de procesos, haciendo uso de las técnicas Lean Six Sigma, en el proceso de préstamos hipotecarios de Jamaica National Building Society.." Universidad de Cienfuegos.
- Avilez, J.A. 2003. *Recolección de datos..*
- Blanco, I. 2009. "Diseño de un modelo de gestión integral para las Instituciones de Educación Superior, basado en los lineamientos para la autoevaluación con fines de acreditación del Consejo Nacional de Acreditación, CNA..".
- Blandón, S. 2009. *Gestión y Aseguramiento de la Calidad..*
- Caballano, J.L. 2011. *Diagrama Causa - Efecto..*
- Cabrera, H.R. 2009. "Procedimiento para la mejora continua de los procesos de la Empresa de Productos Lácteos Escambray.." Cienfuegos.
- Cantú Delgado, H. 1997. "Desarrollo de una cultura de Calidad.." *México, McGraw Hill.*
- Cantú, J.H. 2001. "Desarrollo de una cultura de Calidad.." *México. McGraw Hill.*
- Carreras, M.R. and García, J.L.S. 2010. *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad.* España: Ediciones Díaz de Santos.
- Colectivo de Autores en Capacitación Ejecutiva G.E. y E.d.P.d.n. 2011. *Introducción y beneficio de Lean Six Sigma..*
- Colectivo de Autores. 2011a. "ISO 13053-1. Quantitative methods in process improvement - Six Sigma- Part. 1: DMAIC Methodology. Switzerland:40..".
- Colectivo de Autores. 2011b. "ISO 13053-2. Quantitative methods in process improvement - Six Sigma- Part. 2: Tools and techniques..".
- Colectivo de Autores. 2009. "Manual del Sistema de Gestión de la Calidad. Revisión 03..".
- Colectivo de Autores. 2008. "NC ISO 9001 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos..".
- Colin, M. 2009. *Poka-Yoke.*
- Corinne Cort. Ph.D. and Gary Cort, Ph.D. 2012. "From Lean Management to Lean Leadership.."

[http://www.inlac.org/FM2012\\_ponencias.html](http://www.inlac.org/FM2012_ponencias.html).

- Deming, E. 1989. *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis..*
- Diallo, O. 2009. "Procedimiento para la mejora de procesos en Servicios Turísticos. Aplicación en el Hotel Gran Caribe Jagua de Cienfuegos.." Cienfuegos.
- Domínguez, F.S. 2012. *LEAN MANUFACTURING: Fundamentos prácticos..*
- Eissa Abdullah Ahmed Al Yousefi. 2009. "Procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos, aplicación en la Empresa Química de Cienfuegos UEB Polialba.." Cienfuegos.
- Elizondo, A. 2007. *Capítulo 2: Marco Teórico..*
- Feigenbaum, A.V. 1991. *Control total de la Calidad*. 40<sup>o</sup> ed.
- González, C. 2002. *Conceptos generales de Calidad Total..*
- Grupo Kaizen, S.A. 2010. *Qué es Lean Manufacturing..*
- Gutiérrez Pulido, H. & de la vara Salazar, R. 2007. *Control estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Cuba: Félix Varela. La Habana.
- Harrington, H. James. 1992. *Mejoramiento de los procesos de la Empresa*. Colombia.: McGraw Hill.
- Herrera, R.J. and Herrera, T.J.F. 2011. *SEIS SIGMA. Métodos estadísticos y sus aplicaciones..*
- Howard S Gitlow. n.d. *A Guide to Lean Six Sigma Management Skills..*
- Ishikawa, K. 1988. *Qué es el control total de la calidad? La modalidad Japonesa*. La Habana. Edición Revolucionaria.
- Ishikawa, Kaoru. n.d. *Introduction to Quality Control Tokyo: 3a. Corporation..*
- John, A., Meran, R. Roenpage, O. & Staudter, C. 2008. *Six Sigma + Lean. Executy Improvement Projects Successfully Toolse*. Alemania.
- Jones, D.T. 2007. *Qué es Lean?.*
- Juran, J.M. 2001. *Manual de la Calidad de Juran*. Madrid: M. Hill.
- Juran, J.M. & Gryna, F.M. 1993. *Control Quality Planning and Analysis New York: McGraw-Hill*. Cuba: Félix Varela. La Habana.
- Lozano, L. 1998. *Qué es Calidad Total?.*
- Magaña, S.R. and Monge, R.E. 2011. *La metodología Seis Sigma. Una herramienta de mejora continua en las Empresas Salvadoreñas..*

- Manivannan, S. 2007. *Introducción a Seis Sigma*..
- Mas, M.P., Torre, I., et al. 2010. *Gestión de la Calidad*.
- Méndez, A.C. 2007. *Seis Sigma. Las claves para su implementación exitosa*.
- Miranda Hernández, C. n.d. "Diseño de un sistema integrado de Gestión de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud en el trabajo en la Empresa de Plaguicidas "Juan Luis Rodríguez Gómez".." Tesis de Maestría., CUJAE. LA HABANA.
- Moran, J.L. 2007. *LA OBSERVACIÓN*.
- Nash, M.A. and Poling, S.R. n.d. *MAPPING THE TOTAL VALUE STREAM*..
- Navarrette, L. and Moratalla, J.E. 2004. *Gestión de la Calidad Total*..
- Nieves, C.D. and Ros, L. 2006. *Comparación entre los modelos de gestión de la Calidad total: EFQM, Gerencial de DEMING, Iberoamericano para la Excelencia y Malcolm Baldrige. Situación frente a la ISO 9000*..
- Padilla, L. 2010. "LEAN MANUFACTURING." *Revista Ingeniería Primero de Guatemala*.
- Para, J.E. 2007. *Kaizen: cuando la mejora se hace realidad*. Técnica Industrial.
- Pérez fernández de Velazco, J.A. 2009. "Gestión por procesosl.." <http://www.esic.es/editorial.asp?sec=detalle & isbn=9788473565882..>
- Pérez, R.A. 2007. *Qué es y para qué sirve el TPM?*.
- Pons Murguía, R. & Villa González del Pino, E. 2006. "Gestión por procesos..".
- Pulido Pérez, D.A. n.d. "Diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo en el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.." Tesis de Grado, Cienfuegos.
- Reyes, P. 2005. *Manufactura delgada (Lean) y Seis Sigma en Empresas Mexicanas:Experiencias y reflexiones*..
- Richard Schonberger. n.d. *Best Practices in Lean Six Sigma process Improvement*..
- Romero Lau, I. n.d. "Implantación de un procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los componentes que conforman el racor en la UEB de mangueras hidráulicas de la Empresa Oleohidráulica. Cienfuegos.." Cienfuegos.
- Salinas Quevedo, E.J. & Zhunio Pucha, J.I. 2009. "Propuesta de un plan para la aplicación de estrategias 5'S, Seis Sigma y SMED para optimizar los procesos de producción en INDALUM S.A..".
- Santos, M.L. and Álvarez, L.I. 2007. "Gestión de la Calidad total de acuerdos con el modelo EFQM: Evidencias sobre sus efectivos en el rendimiento empresarial.." *Universia Business Review - Actualidad Económica*. 76-89.

- Sargentón, G. 2007. *Técnicas para organizar ideas*..
- Siegel, S. 2007. *Diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta*..
- Singh Soin, S. n.d. *Control de la Calidad Total. Claves metodológicas y administración para el éxito, México D.F.*..
- Terra Vanzant - Stern. 2011. *Lean Six Sigma: Practical Bodies of Knowledge*..
- Thompson, I. 2010. *Definición de encuesta*..
- Tomatí, F.J. & Serio Gabriele, A. 2010. "Aplicaciones de Six Sigma en la Industria Química.." *Revista Ingeniería Química*., 37.
- Vega, J.A. 1999. *Filosofías de calidad*..
- Villagra, J.A. 2010. *MODELO DE EXCELENCIA EN LA GESTIÓN MALCOLM BALDRIGE*..
- William Bentley and Peter T. Davis. n.d. *LEAN SIX SIGMA. SECRETS FOR THE CIO*..
- Yáñez, C.M. 2008. *Sistema de Gestión de la Calidad en base a la Norma ISO 9001*..
- Yepes, V. and Pellicer, E. 2005. *Aplicación de la Metodología de Seis Sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción*..
- Zamorano, R. 2004. *Qué es Seis Sigma?*.

# *Anexas*

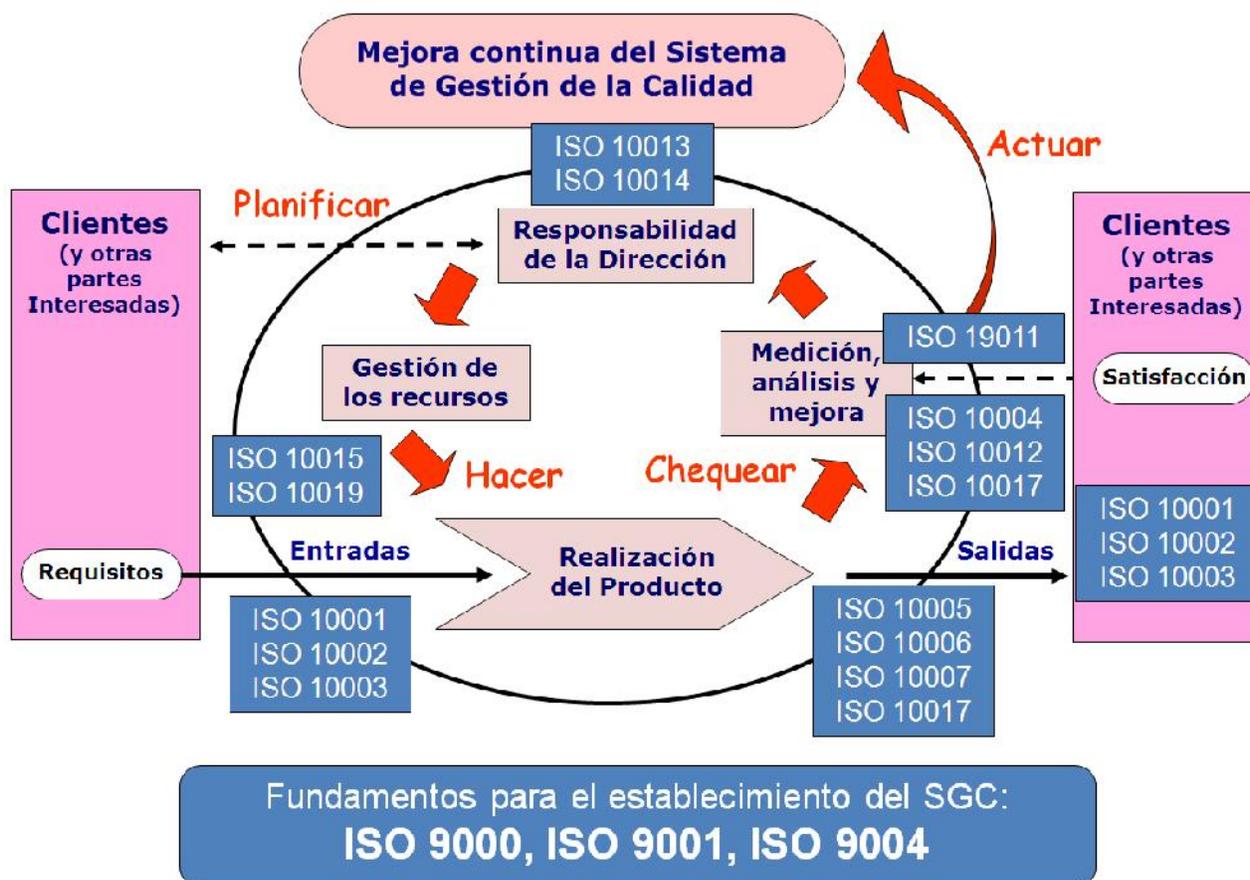
---



**Anexo 1: Matriz de relación entre los diferentes métodos y herramientas que tributan a la mejora continua en una organización. Fuente: Elaboración propia.**

Método Primario*	Métodos Complementarios**						
	1.1 Modelos de excelencia	1.2 Sistemas de Gestión	1.3 Cuadro de mando integral	1.4 Gestión por procesos	1.5 Metodología Seis Sigma	1.6 Metodología Lean	1.7 Metodología Lean Seis Sigma
1.1 Modelos de excelencia							
1.2 Sistemas de Gestión							
1.3 Cuadro de mando integral	o				o	o	o
1.4 Gestión por procesos							
1.5 Metodología Seis Sigma	o					o	o
1.6 Metodología Lean	o				o		o
1.7 Metodología Lean Seis Sigma	o						

Anexo 2. Enfoque de procesos de la familia ISO 9000



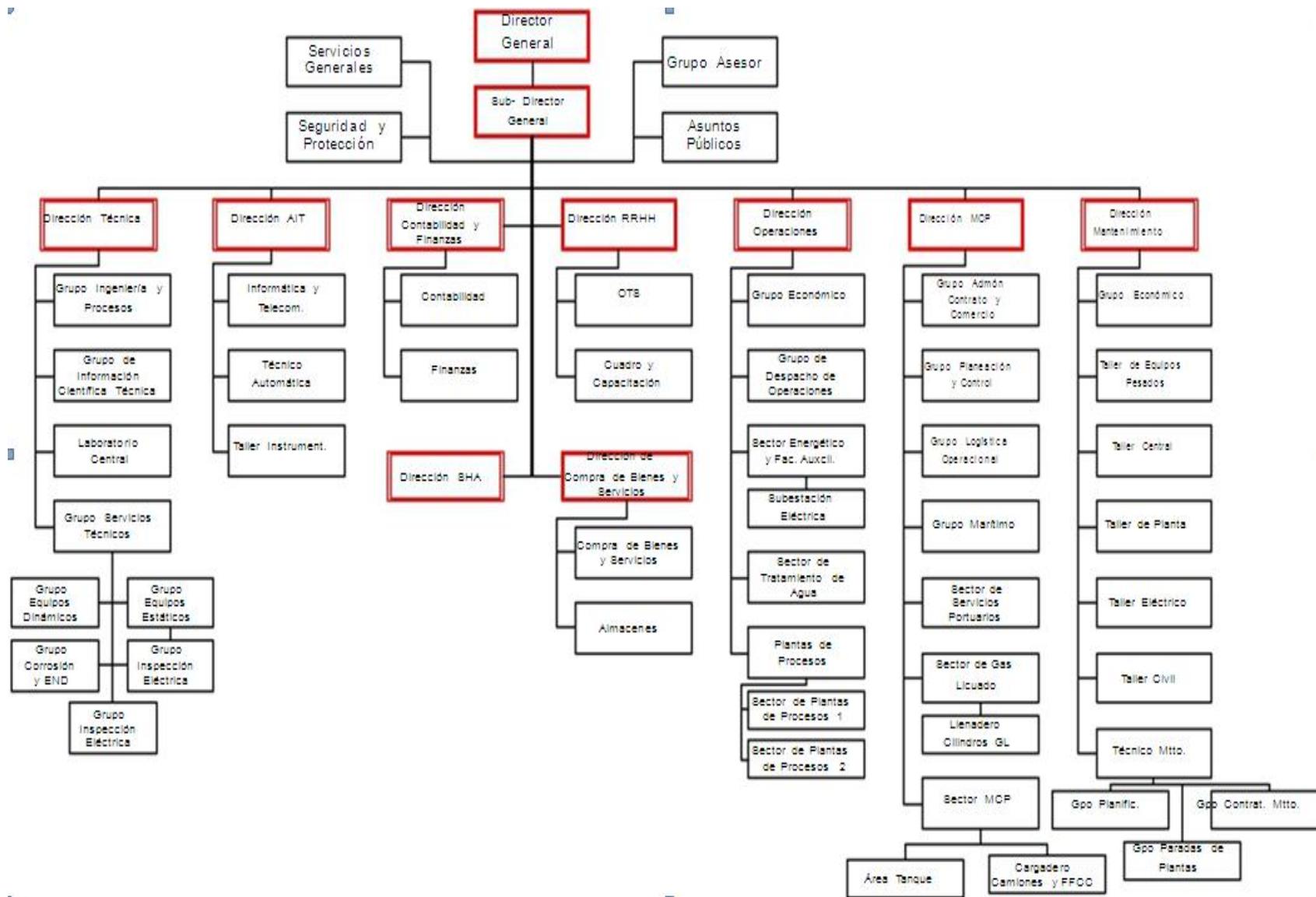
**Relación de las normas ISO Familia 9000**

- ISO 9000: Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario
- ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos
- ISO 9004: Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad
- ISO 10001: Satisfacción del Cliente – Guía / Código de conducta de las organizaciones
- ISO 10002: Satisfacción del Cliente – Guía / Manejo de quejas en las organizaciones
- ISO 10003: Satisfacción del Cliente – Guía / Resolución de disputas externas a la organización
- ISO 10004: Gestión de la calidad – Guía / Evaluación satisfacción del cliente
- ISO 10005: Gestión de la calidad – Guía / Planes de calidad
- ISO 10006: Gestión de la calidad – Guía / Gestión de la calidad en proyectos
- ISO 10007: Gestión de la calidad – Guía / Gestión de la configuración
- ISO 10012: Sistemas gestión mediciones – requisitos para los procesos y los equipos de medición
- ISO 10013: Guía / Documentación de los SGC
- ISO 10014: Gestión de la calidad – Guía / Materialización de los beneficios económicos y financieros
- ISO 10015: Gestión de la calidad – Guía / Entrenamiento y formación
- ISO 10017: Guía sobre las técnicas estadísticas para la aplicación de la ISO 9001
- ISO 10019: Guía / Selección de consultores de SGC y para el uso de sus servicios
- ISO 19011: Guía / Auditorías a los SG

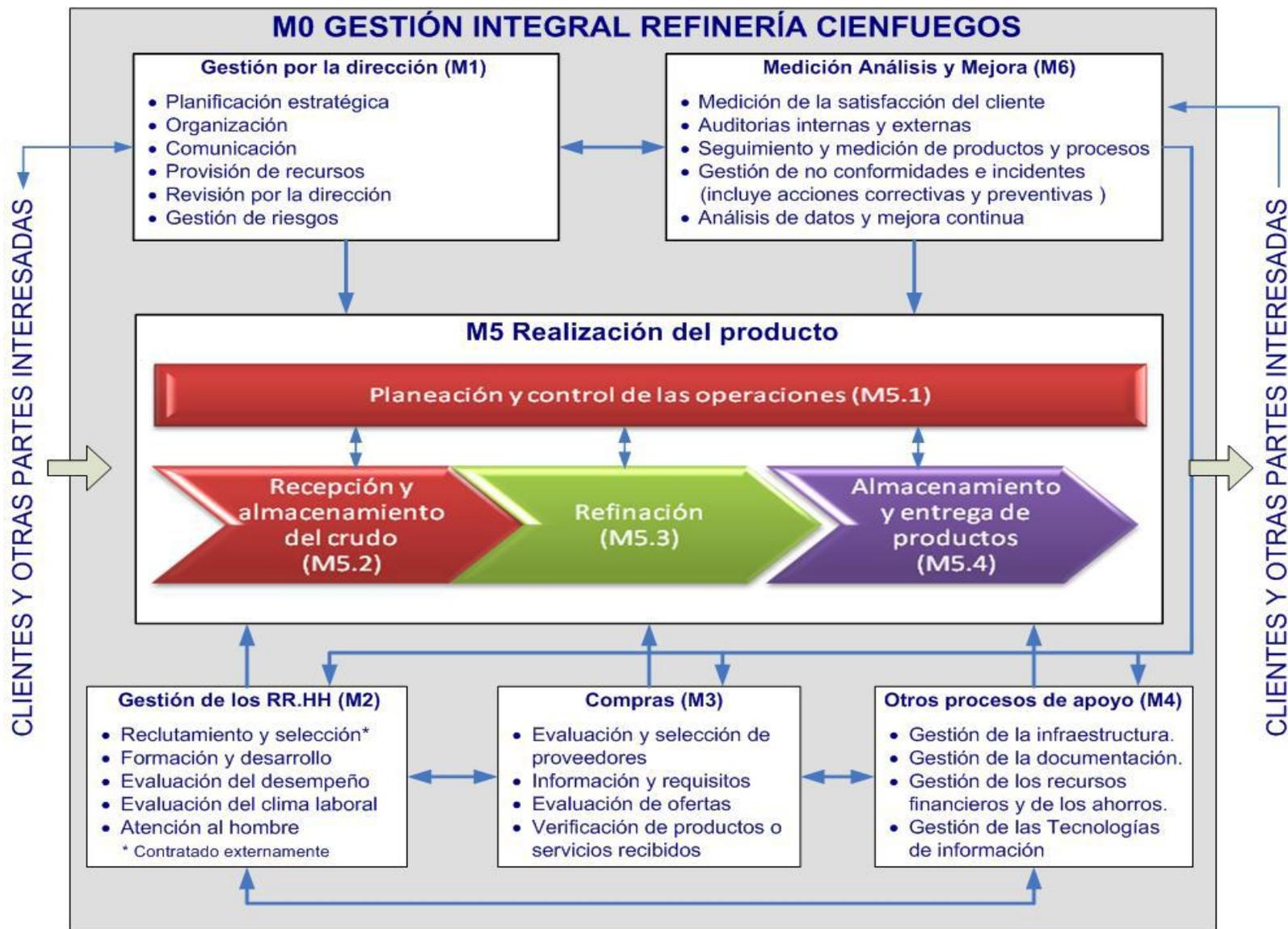
Nota: La denominación de las normas en esta lista no es precisa, el objetivo en este caso es mostrar sus ámbitos de actuación.

**Fuente: Elaboración propia.**

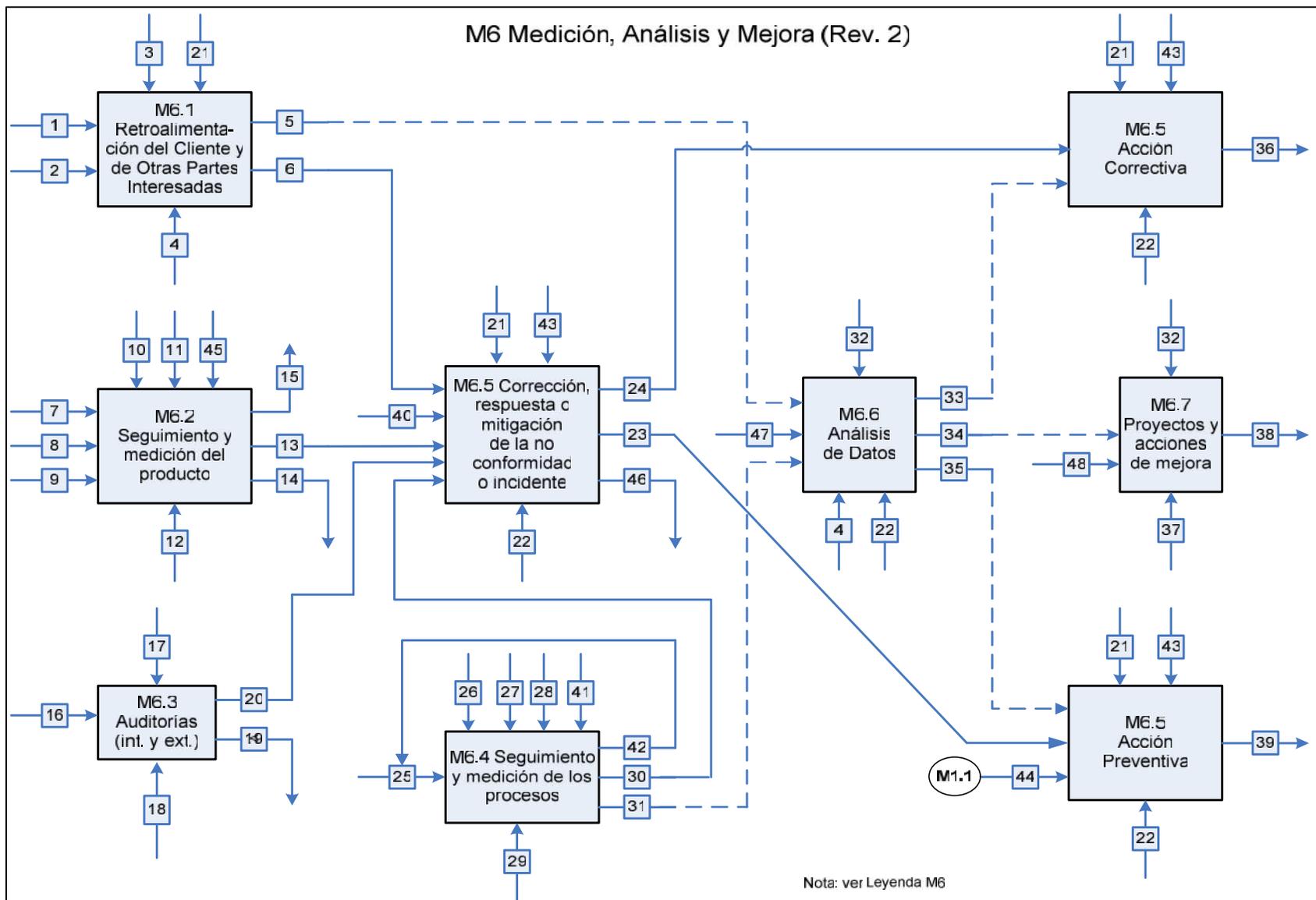
Anexo 3: Estructura Organizativa Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos.



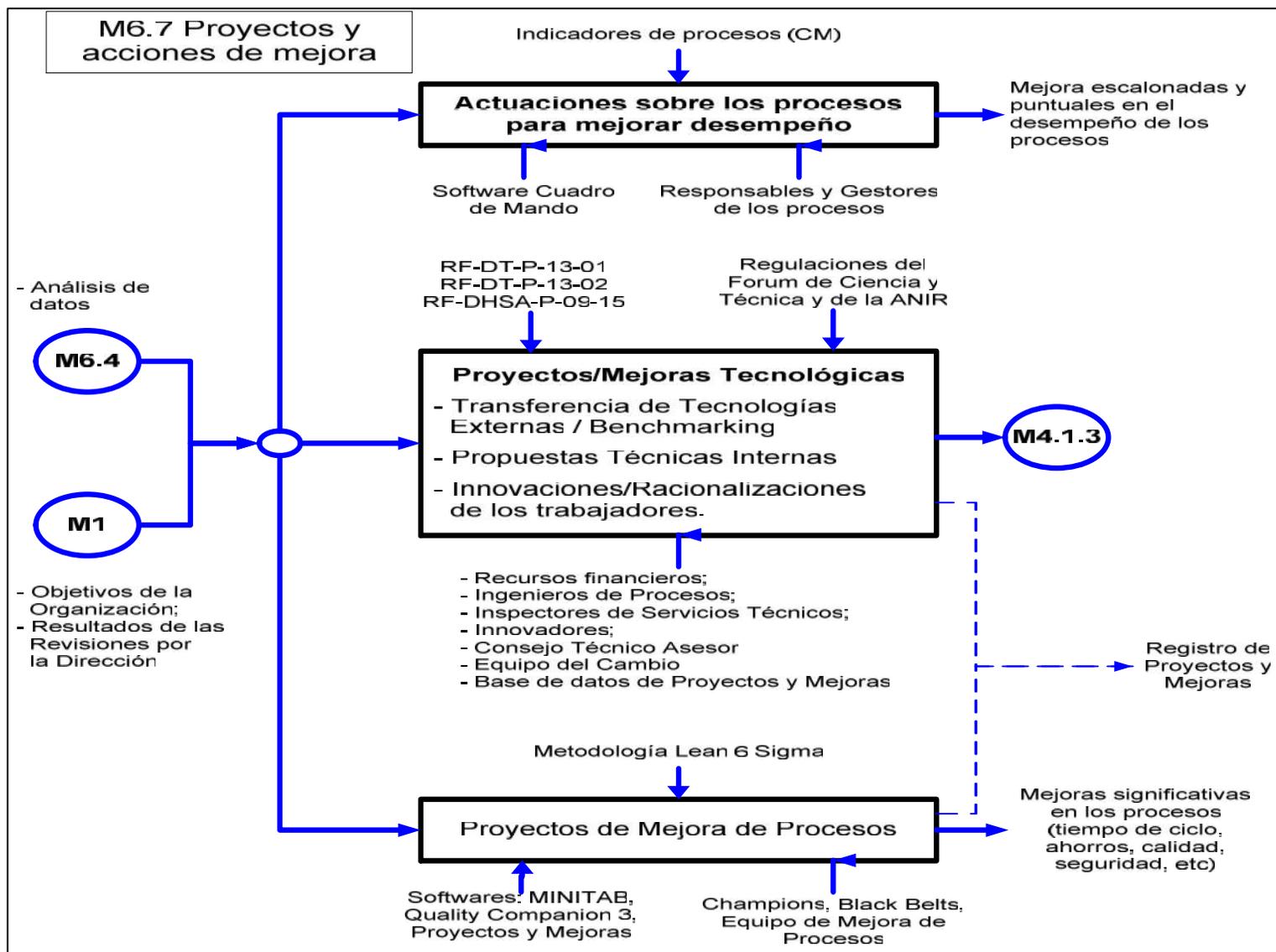
Anexo 4: Mapa de procesos del SGC de la Refinería Camilo Cienfuegos



Anexo 5: Despliegue del macro proceso M6

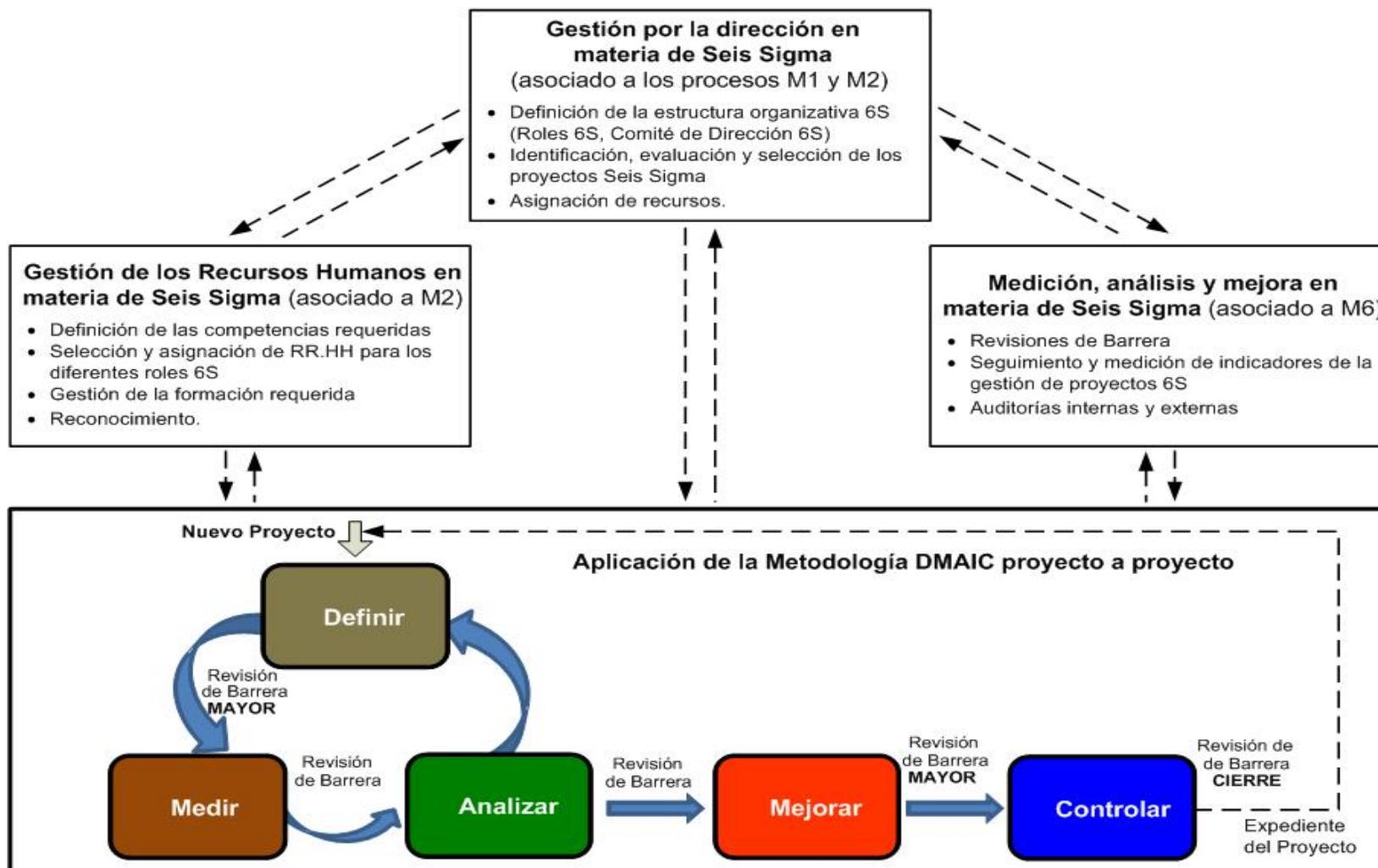


Anexo 6: Despliegue del Sub proceso M6.7 PROYECTOS Y ACCIONES DE MEJORA

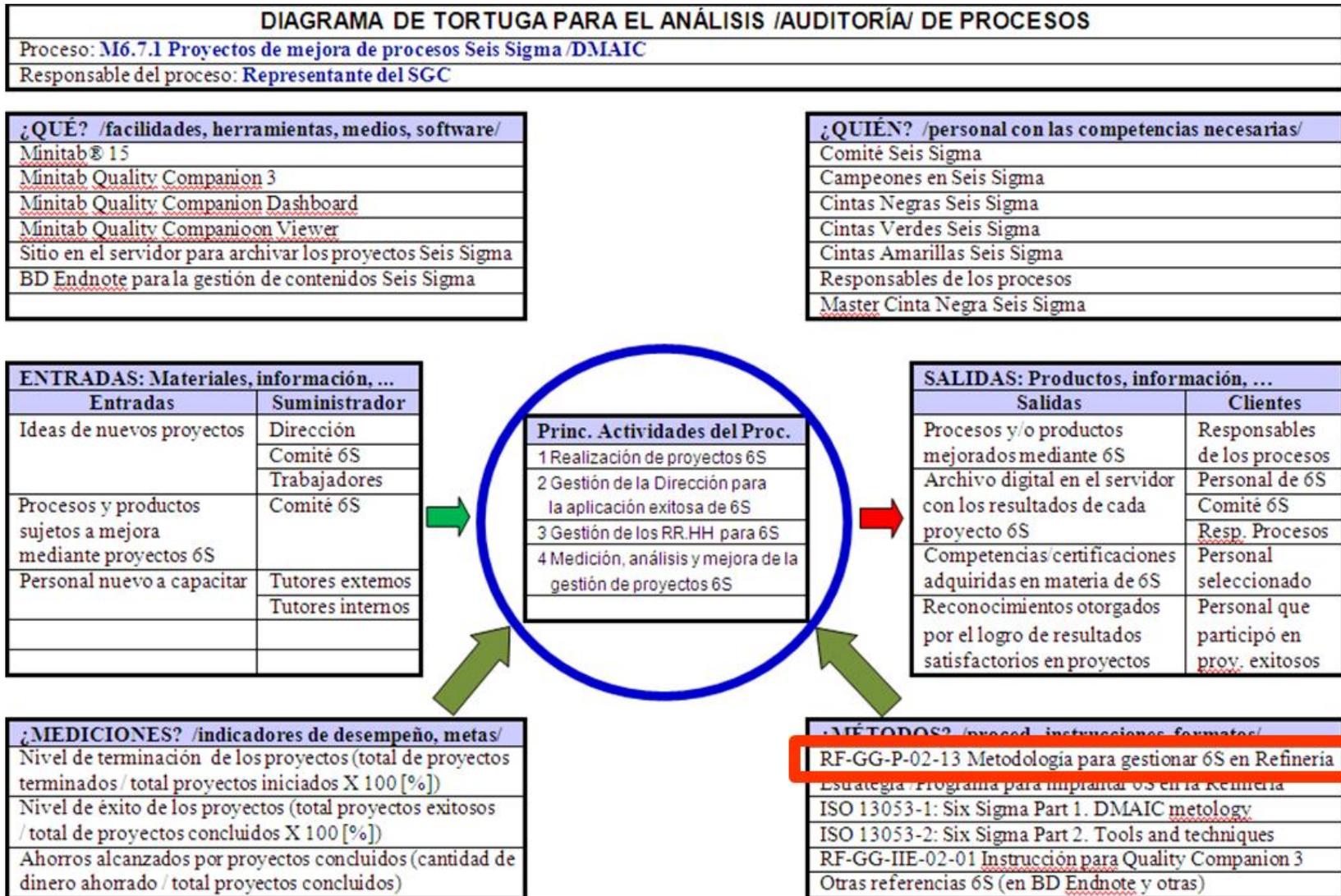


Anexo 7: Despliegue del sub subproceso M6.7.1

**M6.7.1 Proyectos de mejora de procesos Seis Sigma / DMAIC**



Anexo 8: Diagrama de tortuga para el análisis global del sub subproceso M6.7.1



**Anexo 9: Procedimiento RF-GG-P-02-13 Metodología para la gestión de los proyectos Seis Sigma en la Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos.**

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° 0
	-	25/01/2012	Página 1 de 43

**Título: METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LOS PROYECTOS SEIS SIGMA EN LA UNIDAD DE NEGOCIOS REFINERÍA CIENFUEGOS**

Observaciones:



	Nombres y apellidos	Cargo	Firma
Elaborado por:	Raisa Zequeira Jiménez	Estudiante Ingeniería Industrial (5 <sup>to</sup> año)	
Revisado por:	Belkis Martínez Fernández	Co-Tutora Tesis de Grado, Aspirante a <u>M.S.c</u>	
	Haydee Rodríguez Roque	CINTA NEGRA Seis Sigma	
	Lázaro M. Borroto Pérez	Tutor Tesis de Grado, CINTA NEGRA Seis Sigma	
	Dessie González Fragoso	Director de Operaciones, Candidato a CAMPEON Seis Sigma	
Aprobado por:	Humberto Padron García	Director General, Candidato a CAMPEON Seis Sigma	

Copia controlada No.:

1

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 2 de 43

**1. Índice.**

No.		Página
	Hoja titular.	1
1.	Índice.	2
2.	Objetivo.	4
3.	Alcance.	4
4.	Referencias.	4
5.	Relación de Anexos.	4
6.	Responsabilidades.	5
7.	Definiciones.	5
8.	Desarrollo.	6
8.1	Gestión por la dirección en materia de Seis Sigma.	6
8.1.1	Definición de la estructura organizativa Seis Sigma (Roles Seis Sigma y Comité de Dirección Seis Sigma).	6
8.1.2	Identificación, evaluación y selección de los proyectos seis Sigma.	10
8.1.3	Asignación de recursos.	12
8.2	Gestión de los recursos Humanos en materia de Seis Sigma.	12
8.2.1	Selección y asignación de Recursos Humanos para los diferentes roles Seis Sigma.	12
8.2.2	Definición de las competencias requeridas.	12
8.2.3	Gestión de la formación requerida.	13
8.2.4	Reconocimiento a los equipos con resultados exitosos en sus proyectos.	17
8.3	Metodología DMAIC para los proyectos Seis Sigma.	17
8.3.1	Definir.	18
8.3.2	Medir.	19
8.3.3	Analizar.	20
8.3.4	Mejorar.	21
8.3.5	Controlar.	22
8.4	Medición, análisis y mejora en materia de Seis Sigma.	23
8.4.1	Revisiones de barrera.	23
8.4.2	Seguimiento y medición de indicadores de la gestión de proyectos Seis Sigma.	24
8.4.3	Auditorías internas y externas.	24
9.	Registros.	24

2 □

Copia controlada No.:

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 3 de 43

10.	Anexos.	25
	Anexo 1. Proceso M6.7.1.	26
	Anexo 2. Secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos.	27
	Anexo 3. Modelo para la propuesta de proyectos Seis Sigma.	28
	Anexo 4. Lista de chequeo general para la identificación de los proyectos Seis Sigma.	29
	Anexo 5. Ejemplo del modelo de la Cartera de proyectos.	30
	Anexo 6. Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma.	31
	Anexo 7. Infraestructura típica Seis Sigma para la empresa.	32
	Anexo 8. Competencias mínimas requeridas para cumplir un determinado rol.	33
	Anexo 9. Agenda de formación típica para un Cinta Verde.	34
	Anexo 10. Agenda de formación típica para un Cinta Negra.	35
	Anexo 11. Duraciones mínimas recomendadas de los cursos.	36
	Anexo 12. Vista de un proyecto desplegado con Quality Companion.	37
	Anexo 13. Acta de definición del proyecto.	38
	Anexo 14. Acta de reunión.	41
	Anexo 15. Matriz Causa-Efecto.	42

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 4 de 43

## 2. Objetivos.

- 2.1. Establecer la metodología para el desarrollo de los proyectos Seis Sigma en la Unidad de Negocios - Refinería Cienfuegos de la empresa mixta CUVENPETROL, S.A.

## 3. Alcance.

- 3.1. Aplica a los proyectos de mejora Seis Sigma a desarrollar en la Unidad de Negocios de la Refinería.

## 4. Referencias.

- 4.1. ISO 13053-1:2011: Métodos cuantitativos en la mejora de procesos Seis Sigma. Metodología DMAIC.
- 4.2. ISO 13053-2:2011: Métodos cuantitativos en la mejora de procesos Seis Sigma. Herramientas y técnicas.
- 4.3. UV-RH-P-00-03: Procedimiento para la planificación, ejecución y control de la capacitación de los Recursos Humanos.

## 5. Relación de anexos.

Anexo 1: Proceso **M6.7.1**.

Anexo 2. Secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos.

Anexo 3. Modelo para la propuesta de proyectos Seis Sigma.

Anexo 4. Lista de chequeo general para la identificación de los proyectos Seis Sigma.

Anexo 5. Ejemplo del modelo de la Cartera de proyectos.

Anexo 6. Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma.

Anexo 7. Infraestructura típica Seis Sigma para la empresa.

Copia controlada No.:

4

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u> Página 5 de 43

Anexo 8. Competencias mínimas requeridas para cumplir un determinado rol.

Anexo 9. Agenda de formación típica para un Cinta Verde.

Anexo 10. Agenda de formación típica para un Cinta Negra.

Anexo 11. Duraciones mínimas recomendadas de los cursos.

Anexo 12. Vista de un proyecto desplegado con Quality Companion.

Anexo 13. Acta de definición del proyecto.

Anexo 14. Acta de reunión.

Anexo 14. Matriz Causa-Efecto.

## 6. Responsabilidades.

6.1 Los responsables de elaborar, revisar y aprobar la presente metodología se indican en la portada del mismo.

6.2 Las responsabilidades específicas de cada rol dentro del despliegue Seis Sigma se detallan en el punto 8.1 de la presente metodología.

## 7. Definiciones.

CTQC: Características críticas de calidad.

DPMO: Defectos por millón de oportunidades.

KPIV: Variable principal de entrada del proceso.

FMEA: Análisis modal de efectos y fallos.

DOE: Diseño de experimentos.

ANOVA: Análisis de varianza.

FTA: Análisis del árbol de fallas.

MSA: Análisis del sistema de medición.

TPM: Mantenimiento productivo total.

SPC: Control estadístico del proceso.

EVOP: Operación evolutiva.

Copia controlada No.:

5

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0
			Página 6 de 43

SOP: Procedimiento operativo estandarizado.

5S: Seiri (Seleccionar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina).

DMAIC: Define (Definir), Measure (Medir), Analysis (Analizar), Improvement (Mejorar), Control (Controlar).

CV: Cinta Verde.

CN: Cinta Negra

MCN: Máster Cinta Negra

Seis Sigma: Es una filosofía que promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y organizada, que permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos y mejorar la satisfacción de sus clientes, todo ello en un período de tiempo muy corto.

## 8. DESARROLLO.

El proceso **M6.7.1 Proyectos de mejoras de procesos Seis Sigma/DMAIC**, en su interacción con otros procesos de la organización, puede ser observado en el Anexo 1. Los siguientes acápite de la presente metodología están ordenados de acuerdo al proceso M6.7.1

### 8.1.Gestión por la dirección en materia de Seis Sigma.

#### 8.1.1. Definición de la estructura organizativa Seis Sigma (Roles y Comité de Dirección Seis Sigma).

**Las responsabilidades específicas de cada rol dentro del despliegue Seis Sigma son las siguientes:**

**Comité de Dirección Seis Sigma.**

Copia controlada No.:

6

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 7 de 43

- Crear la estructura organizativa que facilite el desarrollo de Seis Sigma dentro de la organización.
- Propiciar la difusión de la “cultura Seis Sigma” en todas las actividades estratégicas para la organización.
- Definir los proyectos Seis Sigma en correspondencia con la estrategia de la organización.
- Lanzar los proyectos de mejora.
- Controlar el progreso de los proyectos.
- Garantizar los recursos necesarios para asegurar que el plan de implementación se ejecute.

**Jefe del Despliegue Seis Sigma.**

- Promover la iniciativa Seis Sigma en la organización.
- Determinar, de conjunto con la alta gerencia, la naturaleza de la expansión de Seis Sigma dentro de la organización, la cantidad de Máster Cintas Negras, de Cintas Negras, Verdes y Amarillas, y la duración de los traslados temporales para este personal.
- Aliarse con la alta gerencia y reportarle sobre el progreso de cualquier iniciativa Seis Sigma.
- Involucrar a nuevos patrocinadores de proyectos y reclutar nuevos candidatos para Máster Cinta Negra y Cinta Negra para los propósitos de Seis Sigma.
- Negociar con las diferentes áreas de la compañía para el traslado temporal, y luego la reubicación, de los candidatos a Cinta Negra.
- Gestionar cualquier facilidad que se provea para la ocupación de Seis Sigma, es decir, un centro Seis Sigma, para su uso por los Máster Cinta Negra y los Cintas Negras.
- Participar en las revisiones de barrera, según sea necesario.

Copia controlada No.:

7

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	<b>25/01/2012</b>	Página 8 de 43

**Campeón Seis Sigma.**

- Determinar la estrategia para el despliegue de Seis Sigma en la organización.
- Establecer y promover los objetivos del negocio con respecto a la iniciativa Seis Sigma.

**Patrocinador del proyecto.**

- Defender la metodología Seis Sigma con los de similar jerarquía, y además con los de mayor rango en la organización.
- Apoyar los proyectos Seis Sigma nominados.
- Proporcionar los recursos solicitados por el Cinta Negra, así como los requeridos por el proyecto Seis Sigma.
- Eliminar las piedras en el camino encontradas por el Cinta Negra en la realización del proyecto.
- Participar directamente en todas las revisiones de barreras y cerrar la fase siempre que el trabajo se haya realizado adecuadamente.
- Garantizar la implementación total de todas las recomendaciones del proyecto Seis Sigma.
- Garantizar que las mejoras identificadas dentro de los proyectos nominados son realizadas y mantenidas.
- Garantizar que los proyectos terminados se evalúen como aplicaciones potenciales para otros negocios de la organización o en cualquier otro lugar dentro de la organización.

**Máster Cinta Negra.**

- Adiestrar y aconsejar a los Cintas Negras en la aplicación de la metodología DMAIC y en la selección y el uso de las herramientas y técnicas requeridas.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 9 de 43

- Proporcionar apoyo para que las mejoras identificadas dentro de los proyectos nominados se realicen y se mantengan.
- Proporcionar consultoría interna en herramientas estadísticas avanzadas.
- Ayudar en la identificación de los proyectos de mejora adecuados.
- Ayudar en la determinación del alcance de los proyectos de mejora seleccionados.
- Ayudar en las revisiones periódicas de los proyectos de mejora.
- Proveer capacitación en las técnicas y herramientas asociadas con Seis Sigma que requieren los Cintas Negras y Verdes.
- Liderar los proyectos de mejora según se requiera.

#### **Cinta Negra.**

- Trabajar con otros para identificar y cuantificar las oportunidades de mejora.
- Organizar equipos multidisciplinarios, y gestionar la mejora.
- Facilitar los proyectos de los Cintas Verdes utilizando la metodología DMAIC.
- Entrenar y dirigir a los Cintas Verdes en la metodología DMAIC y técnicas asociadas a la mejora de procesos.
- Participar directamente en todas las revisiones de barrera a través de presentaciones preparadas de la labor realizada hasta la fecha, con énfasis en los logros en la fase de revisión.

#### **Cinta Verde.**

- Trabajar con la Gerencia de línea local para identificar y cuantificar las oportunidades para la mejora dentro de un entorno local.
- Trabajar bajo la dirección de un Cinta Negra como miembro de un proyecto, dirigido por el Cinta Negra.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	<b>25/01/2012</b>	Página 10 de 43

- Liderar proyectos Seis Sigma más pequeños bajo la dirección de un Cinta Negra.
- Adiestrar a operadores de procesos (Cintas Amarillas) en los métodos y actividades de mejora de procesos.

#### **Cinta Amarilla.**

- Trabajar con el Cinta Verde para identificar y cuantificar oportunidades para la mejora dentro del entorno local.
- Trabajar bajo la dirección de un Cinta Negra o un Cinta Verde como miembro de un proyecto Seis Sigma mayor, dirigido por el Cinta Negra.
- Participar en proyectos Seis Sigma menores, bajo la dirección de un Cinta Verde.

#### **8.1.2. Identificación, evaluación y selección de los proyectos Seis Sigma.**

Los proyectos deben seleccionarse en función de cumplir los objetivos de la organización. Solo aquellos proyectos donde la solución no se conoce de antemano, pueden ser considerados proyectos Seis Sigma.

El resultado de cada proyecto debe contribuir al mejoramiento general de la rentabilidad de una organización. La empresa debe conservar listas de proyectos potenciales Seis Sigma, clasificados de acuerdo a algunas métricas de beneficio potencial en aras de apoyar el proceso de selección. Algunos proyectos pueden parecer más fáciles de hacer que otros, y esto debe tomarse en cuenta cuando se hace la selección.

La secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos puede verse en el Anexo 2.

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0 Página 11 de 43

### Conformación de la cartera de proyectos Seis Sigma:

Para conformar la cartera de proyectos Seis Sigma en la empresa, primeramente se le enviará por correo a los miembros del Consejo de Dirección, del Comité de Dirección Seis Sigma, del Comité de Operaciones y a los Coordinadores del Sistema de Gestión en todas las áreas de la empresa, un modelo (Anexo 3) donde se explica lo que se entiende por proyecto Seis Sigma, y se les pide a cada uno de ellos que realicen propuestas de posibles proyectos Seis Sigma. Inicialmente éstas serán las personas que se tendrán en cuenta para realizar esta propuesta, pero una vez que la metodología de mejora Seis Sigma se generalice en la empresa, todos los trabajadores tendrán la oportunidad de realizar sus propias propuestas de proyectos Seis Sigma. Esta operación se realizará una semana antes de la reunión semestral del Comité de Dirección Seis Sigma para la selección de los proyectos Seis Sigma.

Esta propuesta es llevada al Comité de Dirección Seis Sigma. Allí los miembros de este comité harán una depuración de las propuestas realizadas por las diversas fuentes, aplicando la Lista de chequeo general para identificar los proyectos Seis Sigma (Anexo 4), que propone la norma ISO 13053-1:2011, en el acápite 9.3 *Selección de proyectos*.

De esta forma queda conformada la cartera de proyectos Seis Sigma de la Unidad de Negocios. La misma podrá renovarse semestralmente. En el Anexo 5 se puede observar un ejemplo del modelo de la Cartera de proyectos, ésta es una de las plantillas que tiene predefinida el software Quality Companion.

### Selección del orden de realización de los proyectos Seis Sigma:

Una vez formada la cartera de proyectos Seis Sigma se procederá a evaluar estos proyectos para determinar las prioridades en cuanto al desarrollo de los mismos.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 12 de 43

Para esto el Comité de Dirección Seis Sigma se auxiliará de la *Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma* (Anexo 6). La misma incluye indicadores como: impacto en el cliente y otras partes interesadas; impacto en el negocio, probabilidad de éxito, recursos requeridos y tiempo de completamiento. Esta matriz puede ser modificada, siempre que sea necesario.

Definido de esta forma, el orden de realización de los proyectos Seis Sigma, el Comité de Dirección asignará estos proyectos a los Cintas Negras/Verdes, los cuales liderarán los proyectos. La cantidad de proyectos a asignar a cada Cinta Negra/Verde dependerá del tamaño y complejidad del mismo. Luego de asignado el proyecto los Cintas Negras/Verdes realizarán una propuesta del resto del Equipo de Proyecto, este equipo será aprobado y evaluado por el Comité de Dirección Seis Sigma.

### 8.1.3. Asignación de recursos.

La Dirección General a través del Comité de Dirección Seis Sigma, los Campeones y Patrocinadores de proyectos, asignarán los recursos necesarios para el desarrollo de los proyectos dentro de la empresa (financieros, materiales, etc.).

## 8.2. Gestión de los Recursos Humanos en materia de Seis Sigma.

### 8.2.1. Selección y asignación de Recursos Humanos para los diferentes roles Seis Sigma.

La selección y asignación de los Recursos Humanos para los diferentes roles Seis Sigma dependerá de la infraestructura Seis Sigma que necesita la empresa. La misma se muestra en el Anexo 7 de la presente metodología.

### 8.2.2. Definición de las competencias requeridas.

Las competencias requeridas del personal Seis Sigma se muestran en el Anexo 8.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 13 de 43

### 8.2.3. Gestión de la formación requerida.

Para la gestión de la formación requerida se seguirán las directrices del procedimiento UV-RH-P-00-03: Procedimiento para la planificación, ejecución y control de la capacitación de los Recursos Humanos.

Además, se seguirán las recomendaciones de formación en Seis Sigma que propone la norma ISO 13053-1:2011. Esta formación recomendada se presenta a continuación con algunas modificaciones para adaptarla a las necesidades de la empresa, se incluye además el proveedor de cada curso de capacitación:

#### **Requisitos de formación para Campeones / Director de Despliegue**

El propósito de esta formación es familiarizar al Campeón y al Director del Despliegue con la metodología DMAIC, haciéndolos comprender y valorar las herramientas que la soportan. De esta manera ellos estarán bien preparados para recibir los informes de los equipos Seis Sigma acerca del progreso y los hallazgos en sus proyectos.

Esta formación debe tener el mismo contenido que la proporcionada al Cinta Verde, pero con mayor énfasis en la selección de proyectos, en la definición del alcance y la implementación de las recomendaciones. (El contenido típico del programa de formación del Cinta Verde se puede ver en el Anexo 9)

Esta capacitación podrá ser tanto interna como externa. De ser externa, será brindada por la firma IECS Group, S.C, y de ser interna será brindada por los actuales Cintas Negras con que cuenta la empresa.

#### **Requisitos de formación para Patrocinadores**

El propósito de esta formación es familiarizar al Patrocinador (dueño del proceso) con la metodología DMAIC, haciéndolo comprender y valorar las herramientas que

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° <u>0</u> Página 14 de 43

la soportan. De esta manera el Patrocinador estará bien preparados para recibir los informes de los equipos Seis Sigma acerca del progreso y los hallazgos en sus proyectos y tendrá la capacidad para participar de lleno en las revisiones de barrera, así como para institucionalizar el enfoque Seis Sigma en el mejoramiento del negocio.

La capacitación para los patrocinadores será interna, y la suministrará los Cintas Negras de la empresa.

#### **Requisitos de formación para Máster Cinta Negra**

Un candidato a Máster Cinta Negra debe ya haberse acreditado como Cinta negra y por tanto ya debe haber recibido la formación necesaria como Cinta Negra. Si este no fuera el caso, el Máster Cinta Negra debe recibir una formación adicional que es la recomendada para extender el conocimiento del Máster Cinta Negra en métodos estadísticos, en otras técnicas matemáticas relacionadas y en técnicas organizacionales de gestión. La agenda de la formación precisa estará hecha a la medida de los individuos específicos y de las áreas de aplicación en las cuales el Máster Cinta Negra se va a dedicar.

Esta capacitación será externa, brindada por la firma IECS Group, S.C.

#### **Requisitos de formación para Cinta Negra**

Un candidato a Cinta Negra ya debe haber recibido formación y debe haberse acreditado como Cinta Verde, o posee el nivel equivalente de experiencia y conocimientos. El contenido típico de un programa de formación Cinta Negra se muestra en el Anexo 10. A este programa de formación es necesario agregarle capacitación sobre evaluación económica, para que sean capaces de evaluar correctamente el desempeño financiero de los procesos y seminario de capacitación de los softwares Minitab y Quality Companion.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		<b>Código Documento:</b> <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 15 de 43

El conocimiento de un candidato a Cinta Negra debe confirmarse mediante evaluaciones escritas o por una evaluación multiopcional. La evaluación puede ser interna o puede llevarse a cabo por una organización externa.

Además de asistir al programa de entrenamiento, cada candidato a Cinta Negra debe completar al menos dos proyectos Seis Sigma y éstos a su vez deben ser certificados por una autoridad certificadora. Esta certificación puede ser tanto interna como externa. Los proyectos proporcionan a los candidatos a Cinta Negra la oportunidad de demostrar sus conocimientos y habilidades en la aplicación de las herramientas Seis Sigma. Los proyectos deben ser evaluados por un Máster Cinta Negra. La evaluación debe incluir un examen oral, el cual puede ser visto como parte de la tutoría durante los proyectos que se acometen en el marco de la formación y la certificación.

Si el candidato a Cinta Negra, debido a la naturaleza de los dos primeros proyectos, no pudiera demostrar un conocimiento pleno de las herramientas Seis Sigma, debe acometer otros proyectos Seis Sigma adicionales.

Esta capacitación será externa, brindada por la firma IECS Group, S.C.

#### **Requisitos de formación para Cinta Verde**

El contenido típico del programa de formación Cinta Verde se muestra en la Anexo 18. A este programa de formación es necesario agregarle capacitación sobre los softwares Minitab y Quality Companion y sobre las métricas Seis Sigma. El conocimiento de un candidato a Cinta Verde debe confirmarse mediante evaluaciones escritas o por una evaluación multiopcional. La evaluación puede ser interna o puede llevarse a cabo por una organización externa.

Además de asistir al programa de entrenamiento, cada candidato a Cinta Verde debe completar un proyecto Seis Sigma aprobado por una autoridad certificadora.

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 16 de 43

Esta certificación puede ser tanto interna como externa. Este proyecto proporciona al candidato a Cinta Verde la oportunidad de demostrar su conocimiento y habilidad para aplicar las herramientas apropiadas para el nivel Cinta Verde.

El proyecto debe ser evaluado por un Cinta Negra independiente y que pertenezca al área donde trabaja el candidato a Cinta Verde. La evaluación debe incluir un examen oral. Esta capacitación será interna, proporcionada por los Cintas Negras de la empresa.

#### **Requisitos de formación para Cinta Amarilla**

El programa de entrenamiento para los candidatos a Cinta Amarilla deben tomar la forma de un seminario de concientización en Seis Sigma de un día de duración, donde se explique el propósito de Seis Sigma, así como la metodología Seis Sigma (DMAIC). La descripción detallada de las herramientas Seis Sigma se debe llevar a la mínima expresión.

Los Cinta Amarilla, una vez involucrados en un equipo de proyecto Seis Sigma, deben recibir formación en el puesto de trabajo de la aplicación de aquellas herramientas Seis Sigma que son aplicables para el proyecto. Esta formación debe ser impartida por el Cinta Negra o Verde que está dirigiendo el proyecto.

La organización que implemente la iniciativa Seis Sigma debe considerar si pudiera o no ser beneficioso para el éxito de la implementación del programa, formar a todos sus empleados en por lo menos al nivel Cinta Amarilla.

Los requisitos de formación recomendados, expresados en días, se presentan en el Anexo 11 para cada rol de Seis Sigma.

Esta formación será interna, proporcionada por los Cintas Negras o los Cintas Verdes de la empresa.

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° 0
	-	25/01/2012	Página 17 de 43

#### 8.2.4. Reconocimiento a los equipos con resultados exitosos en sus proyectos.

La empresa otorgará reconocimiento a los equipos que obtengan resultados exitosos, alentándolos a presentar sus proyectos en:

- Los diferentes eventos nacionales e internacionales aplicables, garantizando la autorización y el financiamiento correspondiente (siempre que proceda).
- El Fórum de Ciencia y Técnica.
- La ANIR.

Además se les entregará diplomas de reconocimiento y se divulgarán los resultados alcanzados por el equipo en los matutinos desarrollados por la empresa, así como en la revista digital Flare.

A los CV / CN podrá también reconocérseles particularmente por los resultados y la constancia en los proyectos liderados por ellos, una manera muy eficaz en este sentido podría ser la de otorgarles la posibilidad de certificarse en la categoría inmediata superior CN / MCN.

No se excluyen otros métodos de reconocimiento material, siempre que éstos hayan sido aprobados por las instancias correspondientes.

#### 8.3. Metodología DMAIC para los proyectos Seis Sigma

La secuencia gráfica de la metodología DMAIC propuesta por la norma ISO 13053-1:2011 se puede observar en el Anexo 1.

Para el uso de las diferentes herramientas y técnicas, así como para el procesamiento de los datos en los proyectos Seis Sigma se utilizarán los softwares Minitab y Quality Companion.

El software Quality Companion se utilizará además como gestor integral del proyecto. En un solo fichero se ordenará y registrará toda la información del proyecto. En el Anexo 10

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0
			Página 18 de 43

se muestra un ejemplo o vista de un proyecto desarrollado mediante el software Quality Companion.

### 8.3.1 Definir.

Es la primera fase de la metodología DMAIC, aquí se identifica el producto y/o el proceso a ser mejorado y asegura que los recursos estén en lugar para el proyecto de mejora. Esta fase establece la expectativa para el proyecto y mantiene el enfoque de la estrategia Seis Sigma a los requerimientos del cliente.

El resultado de esta fase es el Acta de Definición del Proyecto, en esta se plasma lo que se observa mal del proyecto. El Acta de Definición del proyecto debe establecer la descripción del problema e incluir datos sobre la magnitud del mismo y su impacto financiero en los resultados de la organización. Deben definirse claramente el alcance del proyecto, así como los objetivos que se deben alcanzar al concluirse el mismo, tanto desde el punto de vista operacional como en términos financieros.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- a) Acta de Definición del Proyecto, incluyendo el análisis de riesgos del proyecto.
- b) Indicadores Seis Sigma.
- c) Diagramas SIPOC.
- d) Diagramas de flujo.
- e) Diagramas Pareto.
- f) Lista de CTQCs.
- g) Estimación de las utilidades.
- h) Revisión del proyecto.

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0
			Página 19 de 43

### 8.3.2 Medir.

La fase de medición te permite entender la condición actual del proceso antes de intentar mejoras. Esta fase se basa en datos válidos por lo que elimina estimaciones y suposiciones de qué tan bien está trabajando el proceso.

El propósito de esta fase es elaborar el plan de recolección de datos, recopilar datos, evaluar los datos y crear la línea base del desempeño actual del proceso.

La fase medir es la fase en la que se debe recopilar todos los datos de las variables que se consideran que influyen en el problema. Antes de comenzar a recopilar los datos, debe hacerse una evaluación de la eficacia del proceso de medición del cual depende el proyecto. Todos los sistemas de medición que se usen deben ser capaces de proporcionar datos a un nivel requerido de exactitud y repetitividad. Si existiera duda de la calidad de los datos, pudiera no ser válido cualquier análisis estadístico que se acometa posteriormente.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- a) Análisis del sistema de medición de todos los procesos de medición que se emplean en el proyecto, incluyendo los acuerdos de datos por atributos donde sea necesario, y para todas las mediciones de CTQC.
- b) Plan de recolección de datos.
- c) Determinación del tamaño de muestra.
- d) DPMO.
- e) Pruebas de distribución de probabilidad.
- f) Gráficos de tendencias.
- g) Gráficos de control.
- h) Histogramas.
- i) Análisis de capacidad y/o del desempeño del proceso afectado.
- j) Revisión del proyecto.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 20 de 43

### 8.3.3. Analizar.

Esta fase examina los datos recolectados en la etapa de medición con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación.

Su propósito es analizar e identificar las brechas existentes entre la línea base del desempeño y las metas, en aras de comprender las raíces de la variación, y para priorizar las oportunidades de mejora.

Los datos obtenidos durante la fase anterior se deben analizar en detalles, empleando técnicas estadísticas, según sea el caso, para identificar, probar o verificar las KPIV significativas.

Los hallazgos de esta fase pueden alterar la comprensión del problema y conducir a una re-definición del proyecto. Las primeras tres fases se deben repetir hasta que la definición del proyecto sea estable.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- a) Diagramas de causa y efecto.
- b) FMEAs de procesos.
- c) FIAs.
- d) Análisis de los 5 por qué.
- e) Análisis de sistemas de medición MSA posteriores.
- f) Determinación del tamaño de muestra.
- g) Pruebas de distribución de probabilidad.
- h) Pruebas de hipótesis.
- i) ANOVA.
- j) Análisis de regresión y correlación.
- k) DOEs.
- l) Lista de las KPIVs significativas.

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 21 de 43

- m) Análisis del valor/no valor/ agregado, identificación de pérdidas.
- n) Revisión del proyecto.

#### 8.3.4. Mejorar.

Esta fase confirma que la solución propuesta va a alcanzar o a exceder las metas de mejora de calidad del proyecto.

Su propósito es establecer una mejora robusta para el proceso. Las actividades a considerar se mueven en una gama de prácticas, tales como operaciones certeras a prueba de errores, hasta las basadas en el uso de técnicas de optimización y las que hacen a los productos robustos contra las variables de ruido (DOEs), según sea el caso. Durante esta fase, identifique cualquier piedra en el camino que impida la implementación de la solución seleccionada, y derrótela. Las formas de derrotar cualquier piedra en el camino se deben identificar antes que la modificación del proceso se implemente.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- a) Matriz de selección de soluciones.
- b) Prueba de errores.
- c) Determinación del tamaño de la muestra.
- d) DOEs de superficie de respuesta.
- e) DOEs de diseño de parámetros.
- f) EMEAs de proceso actualizados.
- g) Estudios de procesos iniciales - capacidad y/o índices de desempeño.
- h) Mapa de proceso de lo que el proceso debe ser ahora.
- i) Lista actualizada de CTQCs.
- j) Indicadores Seis Sigma.
- k) Revisión del proyecto.

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 22 de 43

### 8.3.5. Controlar.

La fase de control implementa la solución, asegura que la solución sea sostenida y comparte las lecciones aprendidas de cualquier proyecto de mejora. Asegura que las mejoras al proceso, una vez implementadas, serán sostenidas y que el proceso no se va a revertir a su estado anterior.

La efectividad de la solución se debe confirmar mediante la recolección y el análisis de datos frescos. Se debe elaborar un plan adelantado para el control de la operación corriente del proceso para usarse en el área en la que el proceso está teniendo lugar.

Después de que la mejora requerida del proceso se haya confirmado, el proceso mejorado debe ser transferido al Patrocinador del Proyecto, así como al área en la que el proceso tiene lugar. Se debe realizar una auditoría al proceso, así como revisar sus hallazgos, aproximadamente seis meses después de finalizado el proyecto. Se debe determinar una fecha para la auditoría del proceso antes de la transición.

Se deben registrar los detalles, los hechos y otras informaciones aprendidas durante la ejecución del proyecto, y transferirse a otras áreas donde se puedan aplicar.

El Cinta Negra debe documentar cualquiera de los puntos abiertos en el proyecto o los planes futuros, que el dueño y demás involucrados necesitan aplicar en aras de que se implementen adecuadamente. Este plan de acción de transición incluiría la fecha programada para la auditoría del proceso.

Se debe escribir y circular a todas las partes interesadas el informe final del proyecto. El informe deberá ser archivado de modo tal que garantice el acceso oportuno de otros. Todos los informes deben tener un formato estándar y deben

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° <u>0</u>
			Página 23 de 43

estar indexados mediante palabras claves. El informe debe indicar las lecciones aprendidas para que puedan ser transmitidas a los futuros equipos de proyecto Seis Sigma.

Las salidas de esta fase, puede incluir lo siguiente:

- Planes de control del proceso.
- Lista actualizada de CTQCs.
- Análisis de sistemas de medición posteriores.
- Gráficos de control.
- Capacidad resultante.
- 5S.
- TPM.
- Costeo de los resultados financieros (actual vs esperado).
- Resumen, revisión del proyecto, un análisis genérico de los beneficios, el cual debe referir a los objetivos pactados en la Carta de Definición del Proyecto.

#### 8.4. Medición, análisis y mejora en materia de Seis Sigma.

##### 8.4.1 Revisiones de Barrera.

Los proyectos Seis Sigma deben monitorearse regularmente para conocer si está acorde con el cronograma y para saber si las otras métricas de viabilidad de los proyectos son satisfactorias. Además se le deben enviar informes frecuentes al Patrocinador del proyecto.

Cuando se considere que ha concluido una fase del proyecto y esté a punto de pasar a la siguiente, se debe realizar una revisión de barrera. Se deberá convocar a un panel de revisión, compuesto por el Director del despliegue (en dependencia del proyecto), el Patrocinador del proyecto, el Máster Cinta Negra (siempre que exista en la empresa), el Cinta Negra (o Verde) que está dirigiendo el proyecto y cualquier otro

23

Copia controlada No.:

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 24 de 43

gerente interesado, como observador para realizar la revisión. Previo a la reunión, se deberá circular al panel copia de todos los datos y análisis relevantes, así como los informes. En los dos primeros años del despliegue Seis Sigma, es recomendable que el Comité de Dirección Seis Sigma (o parte de éste) participe directamente en el panel de revisión.

El Cinta Negra (o Verde) que dirige el proyecto debe hacer una pequeña presentación del trabajo hasta la fecha y deberá responder a todas las preguntas de los otros miembros del panel.

El Patrocinador del proyecto firmará la revisión de barrera cuando el panel esté de acuerdo en que el trabajo fue realizado adecuadamente y que los análisis y conclusiones son concretos. El proyecto debe entonces pasar a la próxima fase.

#### **8.4.2 Seguimiento y medición de indicadores de la gestión de proyectos Seis Sigma.**

Para el seguimiento y medición de los indicadores de la gestión de proyectos Seis Sigma se utilizará el Cuadro de Mando del software Quality Companion. Este seguimiento y medición será centrado por el Líder del despliegue, y las decisiones correspondientes se desarrollarán en el marco del Comité de Dirección Seis Sigma.

#### **8.4.3 Auditorías internas y externas.**

El proceso M6.7.1 Proyectos de mejora de procesos Seis Sigma/DMAIC, será auditado interna y externamente como parte del Sistema Integrado de Gestión de la Unidad de Negocios de la Refinería de Cienfuegos.

### **9. Registros.**

Los registros asociados a la implementación de la metodología de mejora de procesos Seis Sigma / DMAIC serán los expedientes de cada uno de los proyectos (salidas de las

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 25 de 43

diferentes etapas DMAIC). Por lo general estos expedientes estarán basados en las plantillas del software Quality Companion, con algunas excepciones, por ejemplo la Matriz de Selección de Proyectos que se muestra en el Anexo 6. En los Anexos 5, 12, 13 y 14 se muestran ejemplos de cuatro de las más de 100 plantillas predefinidas en el Quality Companion, que se utilizan para establecer la secuencia, el formato, así como para almacenar/registrar la información resultante de la herramienta o técnica que se esté aplicando.

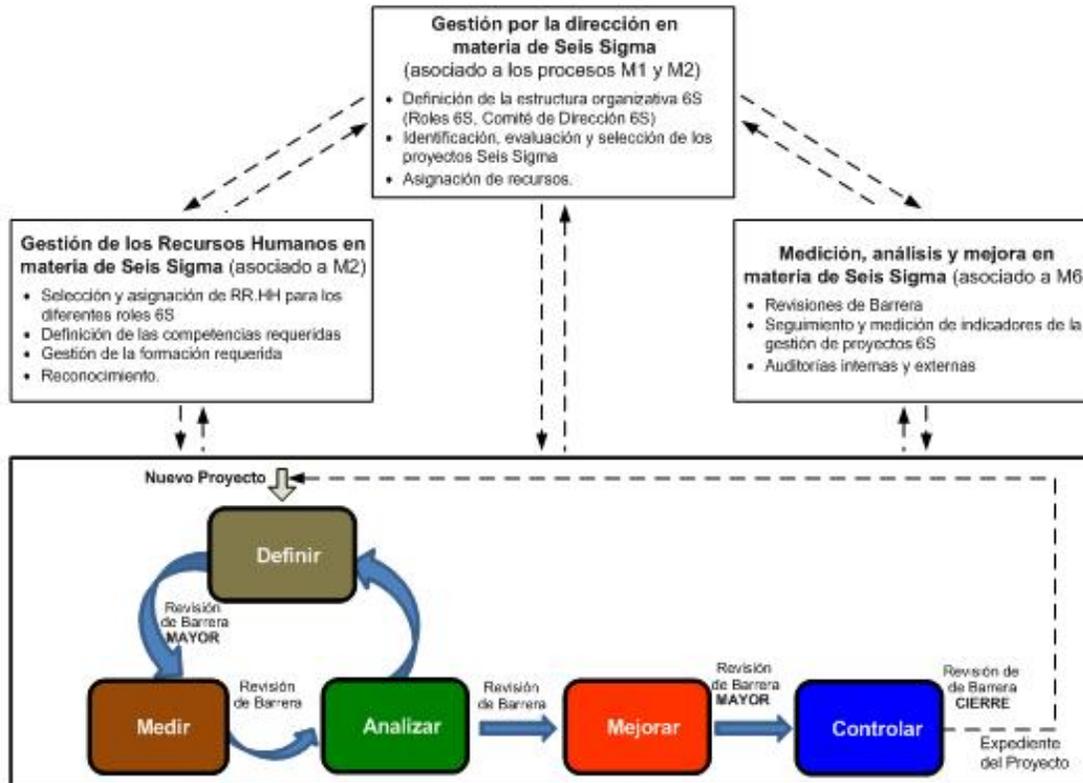
## 10. Anexos.

En las siguientes páginas se muestran los anexos referidos en la presente metodología.

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° <u>0</u>

**Anexo 1. Proceso M6.7.1 Proyectos de mejora de procesos Seis Sigma/DMAIC**

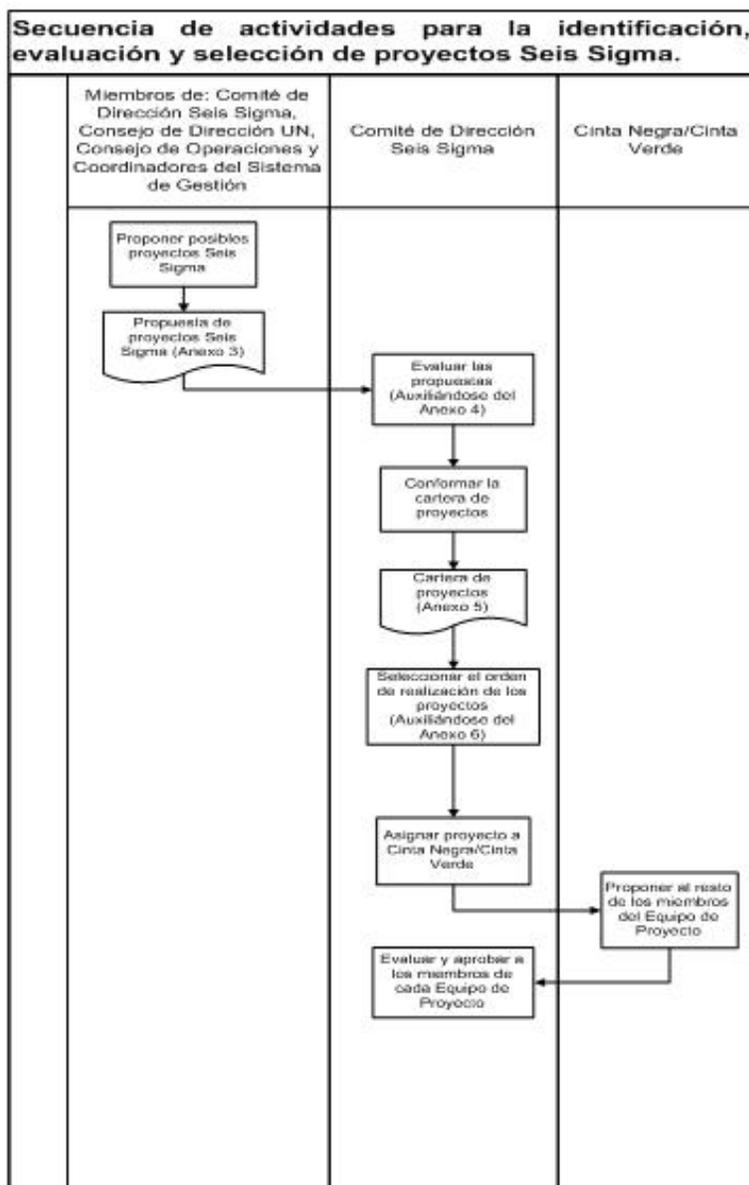
**M6.7.1 Proyectos de mejora de procesos Seis Sigma / DMAIC**



Copia controlada No.:

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 27 de 43

**Anexo 2. Secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos**



Copia controlada No.:

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0 Página 28 de 43

**Anexo 3. Modelo para la propuesta de proyectos Seis Sigma.**

Cienfuegos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Estimado compañero(a): \_\_\_\_\_

Nuestra empresa actualmente se encuentra inmersa en la profundización del proceso de mejora continua con el propósito de elevar los niveles de competitividad, así como la reducción de costos de forma proactiva. Para esto se ha adoptado la metodología Seis Sigma /DMAIC, la que tributa por sus características a la obtención de las metas propuestas por la entidad.

A continuación se define lo que se considera Proyecto Seis Sigma.

Proyecto Seis Sigma:

- La solución del problema no es conocida.
- La causa raíz del problema no se conoce.
- El problema es complejo y necesita de análisis estadísticos.
- El problema es parte de un proceso.
- El proceso es repetitivo.
- Es posible definir un defecto, un atraso o una pérdida que caracterice el problema.
- Requiere de muy poca o ninguna inversión capital.
- El proyecto duraría de tres a seis meses.
- Existen datos y están disponibles.

Partiendo de esta definición, le solicitamos su colaboración para identificar posibles Proyectos Seis Sigma a desarrollar en la empresa, teniendo en cuenta su experiencia.

Propuesta de posibles Proyectos Seis Sigma:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Gracias por su colaboración.

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 29 de 43

**Anexo 4. Lista de chequeo general para la identificación de los proyectos Seis Sigma:**

La lista que se muestra a continuación es la propuesta por la ISO 13053-1:2011 para identificar los proyectos Seis Sigma.

1. ¿Posee el proyecto potencial eventos repetitivos?
2. ¿Existen mediciones?, si "no", ¿se pueden establecer mediciones en un tiempo razonable?
3. ¿Tiene usted la capacidad de controlar, es decir, de manipular el proceso?
4. ¿Mejoraría el proyecto potencial la satisfacción del cliente?
5. ¿Está alineado el proyecto potencial por lo menos a uno de los indicadores del negocio?
6. ¿Generará ahorros el proyecto potencial?
7. ¿Tendrá el proyecto potencial alta probabilidad de ser completado a través del ciclo DMAIC dentro de los 6 meses desde su comienzo?
8. ¿Es posible establecer criterios de éxito para el proyecto?

Si las respuestas a las preguntas anteriores fueran "sí", el proyecto potencial debe considerarse como apropiado para ser ejecutado.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
	Página 30 de 43		

Anexo 5. Cartera de proyectos

Quality Companion Dashboard						
Look In:	Lean 6 Sigma DMAIC 4 projects in folder list.	Updated:	07:55 a.m. 11/06/2012	Filter:	None	4 of 4 projects match filter.
<a href="#">Refresh</a>						
Summary						
<b>Projects</b>	<b>Finance (Estimate)</b>			<b>Finance (Final)</b>		
All Projects	In Progress Projects			Completed Projects		
Totals:	4	Hard Savings:	0	Hard Savings:	0	0
Completed:	2	Soft Savings:	0	Soft Savings:	0	0
In Progress:	2	Implementation Costs:	0	Implementation Costs:	0	0
Past Due:	0	Net Savings:	0	Net Savings:	0	0
Average Duration(days):	562.00	Final - Estimated Net Savings:	-9,000			
Projects (Export Data) <a href="#">Configure Columns</a>						
Project Name	Project Status	Project Leader	Planned Start Date	Due Date	Percent Complete	
<a href="#">2010-007 Mejora del Proceso M6.3 AUDITORIAS INTERNAS</a>	Completed	Iboroto	26/04/2010	30/11/2011	100%	
<a href="#">DMAIC Mejora en el proceso de entrega de productos líquidos a buques</a>	Completed	Haydee Rodriguez Roque	01/02/2010	27/10/2011	100%	
<a href="#">DMAIC Project 2011-011 Mejora de la calidad del agua de alimentación para la generación de vapor</a>	Not Started	Orselandy	06/02/2012	30/06/2012	0%	
<a href="#">DMAIC Project 2011-013 Mejora de los procesos de tratamiento</a>	Not Started	Daniel	06/02/2012	29/06/2012	0%	

Copia controlada No.:

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° 0
	-	25/01/2012	Página 31 de 43

**Anexo 6. Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma**

<b>Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma</b>	Leyenda que define el sentido / dirección / de la evaluación con valores entre 1 y 5					Evaluación	
	Alto (5) ↑ Medio ↑ Bajo (1)	Alto (5) ↑ Medio ↑ Bajo (1)	Alto (5) ↑ Medio ↑ Bajo (1)	Bajo (5) ↑ Medio ↑ Alto (1)	< 3 Meses (5)	5	Procede
					4 Meses (4)	4	Procede
					5 Meses (3)	3	Precaución
					6 Meses (2)	2	Precaución
				> 6 Meses (1)	1	Atención	

Proyectos Candidatos	Peso asignado a la variable de evaluación					Total
	25%	25%	10%	20%	20%	
	Impacto en el Cliente y Otras Partes Interesadas	Impacto en el negocio	Probabilidad de Éxito	Recursos requeridos	Tiempo de cumplimiento	

Instrucciones para su llenado:

- En la columna de Proyectos Candidatos se pondrán los nombres de todos los proyectos que se identificaron con la *Lista de chequeo para la identificación de los proyectos Seis Sigma*.
- Luego, en las columnas de la derecha se le asignará un peso asignado a los proyectos teniendo en cuenta la leyenda que se especifica en la parte superior de la matriz.
- A medida que se le van asignando los valores entre 1 y 5, cada casilla tomará el color que le corresponde siguiendo la leyenda de colores que se muestra en la parte superior de la matriz.
- Una vez que se va insertando los valores en las casillas correspondientes, el valor de la casilla Total va modificándose hasta obtener el valor final.
- El proyecto que obtenga mayor total deberá ser el primero en ser desplegado y así sucesivamente.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	<b>25/01/2012</b>	Página 32 de 43

**Anexo 7. Infraestructura típica Seis Sigma para la empresa**

Rol	Cantidad	Comentarios
Jefe del despliegue	1	A tiempo parcial.
Patrocinadores de Proyectos	Variable	Varia de acuerdo a la cantidad y los tipos de proyecto.
Master Cinta Negra	1 por 5 Cintas Negras	A tiempo completo. Por lo general están presentes solo en organizaciones con más de 500 empleados.
Cinta Negra	1 por 5 Cintas Verdes	Una mezcla de a tiempo completo y a tiempo parcial. Generalmente ejercen esta función dentro de su propia área de trabajo.
Cinta Verde	1 por 30 empleados	A tiempo parcial. Para apoyar los proyectos de acuerdo a las necesidades.
Cinta Amarilla	Todos los empleados	A tiempo parcial. Para apoyar los proyectos de acuerdo a las necesidades.

Nota: Las cantidades referidas en esta tabla no son siempre las apropiadas para cada despliegue Seis Sigma y el número real puede ser diferente en cada caso.

Fuente: Norma ISO 13053-1:2011

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 33 de 43

**Anexo 8. Competencias mínimas requeridas para cumplir un determinado rol**

Habilidades	Master Cinta Negra	Cinta Negra	Cinta Verde	Cinta Amarilla
Percepción sobre los negocios	3	2	1	1
Conocimientos de computación	3	3	1	1
Enfoque al cliente	3	3	3	3
Habilidades interpersonales	3	3	2	1
Habilidades motivacionales	3	3	2	1
Capacidad para la aritmética	3	2	1	1
Habilidades para la solución de problemas prácticos	3	2	3	1
Habilidades para hacer presentaciones	3	3	2	0
Experiencia en la mejora de procesos	3	2	1	0
Habilidades para la gestión de procesos	3	3	2	0
Habilidades para la gestión de proyectos	3	3	2	0
Manejo de resultados	3	3	2	2
Conocimiento en las herramientas Seis Sigma	3	2	1	1
Habilidades en la estadística	3	2	1	0
Uso de software de estadística	3	3	1	0
Habilidades para enseñar	3	3	1	0
Habilidades para adiestrar	3	2	2	0
Nivel 0-No se necesita; Nivel 1-Competencias básicas; Nivel 2- Usuario experto; Nivel 3-El mas alto nivel de habilidad.				
NOTA: Un valor 0 en la tabla indica que para cumplir ese rol específico no son necesarias esas habilidades. Eso no significa que un individuo en su rol no tenga conocimientos en esa habilidad específica.				

Fuente: Norma ISO 13053-1:2011

Copia controlada No.:

33

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 34 de 43

**Anexo 9. Agenda de formación típica para un Cinta Verde**

<b>Día 1 (Definir)</b>	<b>Día 2 (Medir)</b>	<b>Día 3 (Analizar)</b>	<b>Día 4 (Mejorar)</b>	<b>Día 5 (Controlar)</b>
Selección de proyectos.	Concepto de variación.	Análisis de capacidad.	Generación de ideas alternativas.	Prueba de errores.
Metodología DMAIC.	FMEA.	Análisis de Pareto.	Mapa de proceso.	Plan MSA a largo término.
Identificando los CTQCs.	Tipos de datos.	Diagrama de caja.	FMEA.	Graficos p
Mapeo de procesos.	Planes de recolección de datos.	Histogramas.	Mejoras piloto.	Graficos u.
Depuración del alcance del proyecto.	MSA	Diagramas de dispersión.	Validación de las mejoras.	Graficos X-R
Matrices de causa y efecto.			Graficos de control.	Graficos X-R <del>Residual</del>
Análisis de pérdida y de valor.			Diagramas de causa y efecto.	SOP y planes de entrenamiento.

Fuente: ISO 13053-1:2011.

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u> Página 35 de 43

**Anexo 10. Agenda de formación típica para un Cinta Negra**

Día	Semana 1 (Definir)	Semana 2 (Medir)	Semana 3 (Analizar)	Semana 4 (Mejorar)	Semana 5 (Controlar)
Día 1	Modelos de costos por mala calidad; mediciones del negocio; benchmarking; financiamiento de proyectos.	Escalas de medición; tipos de datos; definición de oportunidades; interpretando la variación.	Herramientas básicas ocultas; capacidad a largo y corto término; distribución normal estandarizada; intervalos de confianza.	Experimentos factoriales completos.	A prueba de errores.
Día 2	Identificación de pérdidas; concepto de valor; oportunidades; mediciones Seis Sigma; selección de proyectos.	Variación del proceso; FMEA de proceso.	Prueba de hipótesis; cálculos de potencia y tamaño de muestra; distribuciones; ANOVA; análisis multi-variable.	Experimentos factoriales fraccionados.	SPC para datos por atributos.
Día 3	Definición del problema; identificación de los clientes; mapeo de procesos; matriz de selección de características; diagramas causa-efecto.	MSA para las mediciones; MSA para atributos.	Regresión lineal y correlación; análisis de residuos; prueba de hipótesis no paramétricas.	EVOP; análisis multi regresión.	SPC para datos medidos.
Día 4	Creación de equipos; perfiles de estilo de personalidad; carta constitutiva del proyecto; gestión de proyectos; diagramas de Gantt.	Estrategias de muestreo; herramientas para la recopilación de datos; herramientas estadísticas básicas; desempeño del proceso; capacidad del proceso.	Análisis de Weibull; Análisis de los 5 por qué.	Robustez del proceso; experimentos de superficies de respuesta; análisis del campo de fuerzas.	Planes de control; 5S; TPM; auditorías del proceso; criterios de éxito.

Fuente: ISO 13053-1:2011.

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 36 de 43

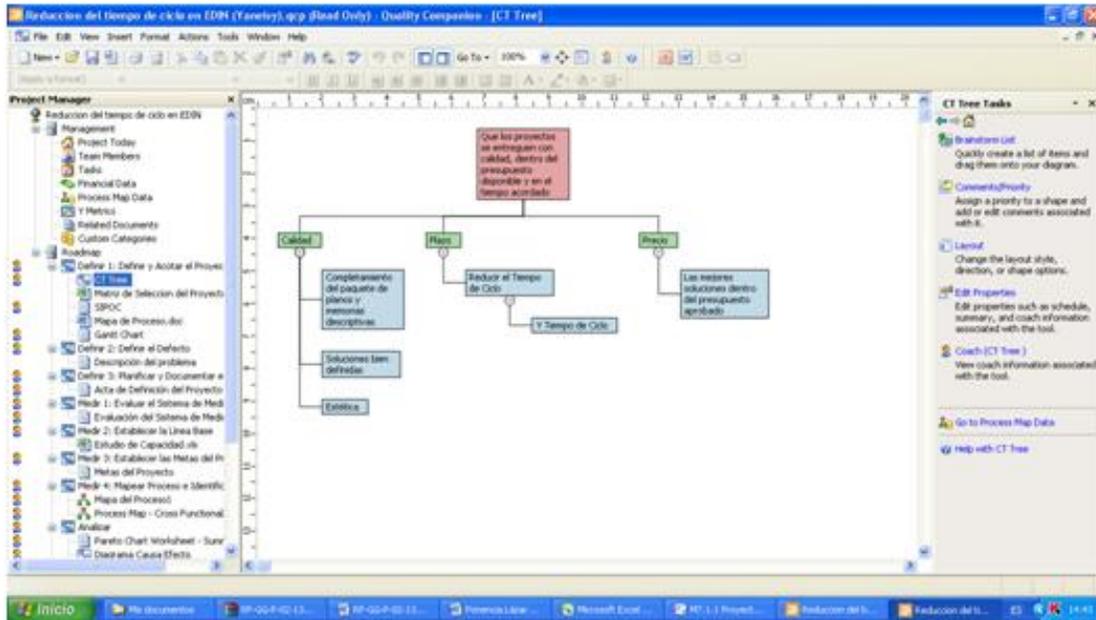
**Anexo 11. Duraciones mínimas recomendadas de los cursos**

Categoría	Campeón <sup>a</sup> / Jefe del Despliegue	Patrocinador	Master Cinta Negra <sup>b</sup>	Cinta Negra	Cinta Verde	Cinta Amarilla
Instrucción <sup>c</sup> (días)	3	1	10	20	5	1
Tutoriales (días)	-	-	2	5	1	0
Cantidad de proyectos Seis Sigma calificados	-	-	2	2	1	0
<sup>a</sup> Para llegar a ser un Campeón, no es suficiente completar la formación de Campeón.						
<sup>b</sup> Un Master Cinta Negra deberá haber completado previamente la formación en Cinta Negra y haber desarrollado ese rol por al menos 2 años y consecuentemente haber completado una cantidad de proyectos Seis Sigma.						
<sup>c</sup> La instrucción dada se asume que sea proporcionada de forma presencial. Algunas compañías sustituyen una parte de ese tiempo a distancia ( <u>e-learning</u> ).						
La formación del Máster Cinta Negra se divide generalmente en dos semanas, separadas por un corto intervalo de tiempo, digamos dos semanas.						
La formación de Cintas Negras se divide generalmente en 5 periodos de 4 días, u otra división apropiada, digamos 4 periodos de 5 días, cada uno de éstos separados por 3 o 4 semanas.						

Fuente: ISO 13053-1:2011.

	<b>Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 37 de 43

**Anexo 12. Vista de un proyecto desplegado con Quality Companion.**



Copia controlada No.:

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° <u>0</u> Página 38 de 43

Anexo 13. Acta de definición del proyecto

**ACTA DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

Programa Seis Sigma de CUVENPETROL, S.A. Unidad de Negocios - Refinería Cienfuegos

**1. Autorización para acometer el Proyecto**

<b>Organización:</b>	<b>Campeón:</b>	<b>Dueño del Proceso:</b>
<b>Denominación del Proyecto:</b>		<b>Proyecto #:</b>
<b>Enunciado del Problema</b> (Descripción del problema y de la métrica usada para describirlo, nombre del proceso y lugar dónde ocurre, período en que ha ocurrido y su magnitud):		
<b>Objetivo del Proyecto</b> (Es la métrica Y que se pretende mejorar desde un valor de línea base hasta un valor meta en un período de tiempo dado):		
<b>Nivel Estimado del Defecto:</b>	<b>Meta Inicial:</b>	<b>Beneficios Estimados:</b>
<b>Fecha de Aprobación:</b>	<b>Firma del Campeón:</b>	<b>Firma Dueño del Proceso:</b>
<b>Fecha de Term. Estimada:</b>	<b>Nombre Líder del Proyecto:</b>	<b>Nombre Analista Financiero:</b>

Copia controlada No.:

	Unidad de Negocios <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u> Página 39 de 43

## 2. Equipo del Proyecto

Nombres y Apellidos	Rol en el Proyecto	Comentarios	Teléfono

## 3. Definición y Alcance del Proyecto

**Métricas Y que se desean mejorar** (con sus unidades de medida):

--

**CTS - Características Críticas para la Satisfacción del Cliente** (CTQ, CTC, CTP):

--

**Definición del Defecto** (incluido el número de oportunidades en que éste puede ocurrir):

--

**Alcance del Proyecto** (Proceso, Límites del proceso /Comienzo y terminación/, Sitios/Líneas/, Clientes afectados, Restricciones):

--

	Unidad de Negocios <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a:	Fecha de Emisión	Revisión N° <u>0</u>
	-	25/01/2012	Página 40 de 43

#### 4. Metas y Beneficios

**Niveles del Defecto/Metas:**

	Fecha	DPMO(LP)	Zvalor(CP)	Cpk
Línea Base (situación actual)		0	0.00	0.00
Meta		0	0.00	0.00
Meta Extendida		0	0.00	0.00

**Beneficios Financieros Estimados:**

 Información Importante

<b>Ahorros Fuertes</b> (reducción de los costos)	\$0
<b>Ahorros Blandos</b> (beneficios financieros indirectos)	\$0
<b>Costos de Implementación</b>	\$0

Basado en una cantidad de meses de:

**Nota:** Las metas del proyecto, los beneficios financieros estimados, la línea base actual DPMO, y Zbench deben verificarse y revisarse, si fuera necesario, después de terminada la fase MEDIR, una vez que se haya establecido una línea base sólida para el Proyecto.

La fase MEDIR se terminó el:

¿Se revisaron las metas después de la fase MEDIR?

¿Se revisaron los beneficios financieros después de la fase MEDIR?

**Aprobación por el Director General de la Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos** (nombres y apellidos / firma):

**Fecha en que tuvo lugar la aprobación:**

	<b>Unidad de Negocios</b> <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: <b>RF-GG-P-02-13</b>
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión <b>25/01/2012</b>	Revisión N° <u>0</u>
			Página 41 de 43

**Anexo 14. Acta de reunión**

Acta de reunión		
Título:	Ubicación:	
Fecha:	Hora de comienzo:	Hora de terminación:
Objetivo:		

**Agenda**

Puntos de la agenda	Prioridad
	(none) 

**Participantes**

Nombre	Rol en el Proyecto	Requiredo	Asistencia
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tareas / Acuerdos**

Nombre	Asignada a:	Fecha cumpl.
		

**Minutas**

	Unidad de Negocios REFINERÍA CIENFUEGOS		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° 0 Página 42 de 43

Anexo 15. Matriz Causa – Efecto

Matriz de Causa-Efecto

Proyecto:	Líder Proyecto / Herram:
Participantes:	Fecha:
Conclusiones:	

**Selecting Outputs**  
 When selecting outputs, or Y variables (columns in the matrix), choose variables that have value for the customer or the organization. Click  to add Y variables, then create a new Y variable or select an existing Y variable from the Data Store.

**Scoring for Outputs**  
 Consider using a 1-to-9 scale, where 9 signifies the most important and 1 signifies the least important. Label outputs so that a higher score is better. For example, use *Cost Reduction* (higher is better) rather than *Cost* (lower is better). The score should be based on team consensus.

**Selecting Inputs**  
 When selecting inputs, or X variables (rows in the matrix), choose all variables, regardless of status, that could impact the outputs listed. Click  to add X variables, then create a new X variable or select an existing X variable from the Data Store.

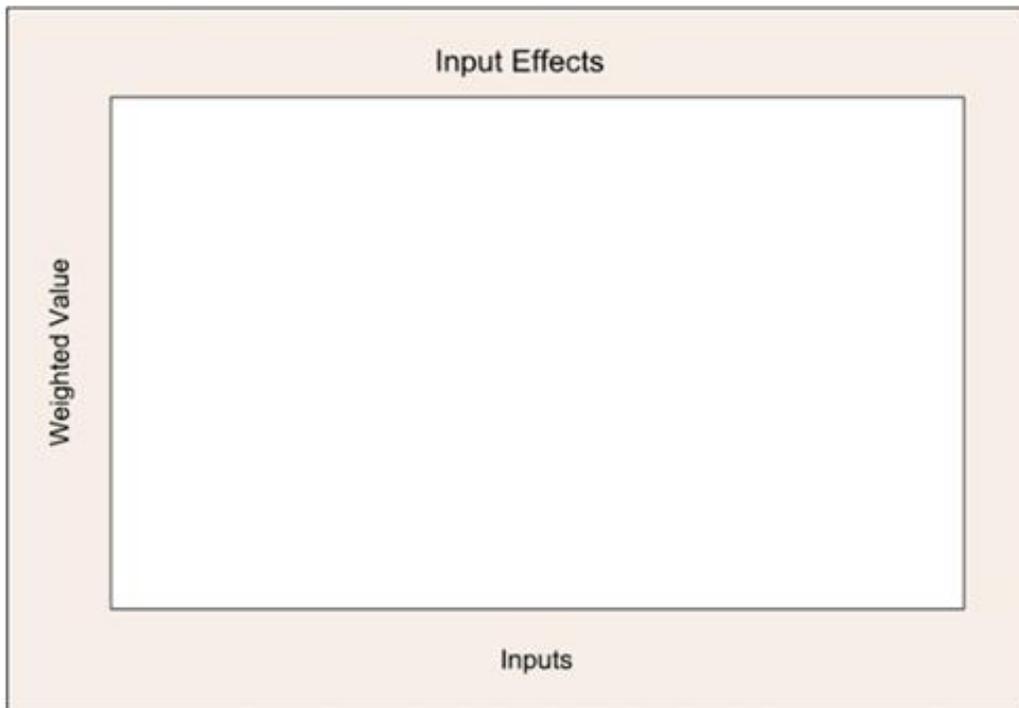
**Scoring for Inputs**  
 Consider using a 1-to-9 scale, where 9 signifies the strongest impact on the output and 1 signifies the weakest impact. For example, if the output is *Cost Reduction*, a 9 indicates a significant reduction in cost; a 1 indicates a minimal reduction in cost. The score should be based on team consensus.

 How to fill in the C&E Matrix

 PETRÓLEOS S.A. VENEZUELA S.A.	Unidad de Negocios <b>REFINERÍA CIENFUEGOS</b>		Código Documento: RF-GG-P-02-13
	Reemplaza a: -	Fecha de Emisión 25/01/2012	Revisión N° <u>0</u>
			Página 43 de 43

Escala de Puntuación - Mínimo  Máximo

Importancia de cada salidad para el Cliente		1			
Salidas					
<b>Actividad del Mapa de Proceso</b>	<b>Entradas (Variable X)</b>	<b>Weighted Value by Input</b>	<b>% of Net Effect by Input</b>	<b>Status</b>	
				Weighted effect on each output	



**Anexo 10: Competencias mínimas requeridas para cumplir un determinado rol.**

Habilidades	Máster Cinta Negra	Cinta Negra	Cinta Verde	Cinta Amarilla
Percepción sobre los negocios	3	2	1	1
Conocimientos de computación	3	3	1	1
Enfoque al cliente	3	3	3	3
Habilidades interpersonales	3	3	2	1
Habilidades motivacionales	3	3	2	1
Capacidad para la aritmética	3	2	1	1
Habilidades para la solución de problemas prácticos	3	2	3	1
Habilidades para hacer presentaciones	3	3	2	0
Experiencia en la mejora de procesos	3	2	1	0
Habilidades para la gestión de procesos	3	3	2	0
Manejo de resultados	3	3	2	2
Conocimiento en las herramientas Seis Sigma	3	2	1	1
Habilidades en la estadística	3	2	1	0
Uso de software de estadística	3	3	1	0
Habilidades para enseñar	3	3	1	0
Habilidades para adiestrar	3	2	2	0
<p>Nivel 0-No se necesita; Nivel 1-Competencias básicas; Nivel 2- Usuario experto; Nivel 3-El más alto nivel de habilidad.</p>				
<p>NOTA: Un valor 0 en la tabla indica que para cumplir ese rol específico no son necesarias esas habilidades. Eso no significa que un individuo en su rol no tenga conocimientos en esa habilidad específica.</p>				

### **Anexo 11: Requisitos de formación requeridos para cada rol Seis Sigma.**

#### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA CAMPEONES / DIRECTOR DE DESPLIEGUE.**

- ✓ El propósito de esta formación es familiarizar al Campeón y al Director de despliegue con la metodología DMAIC, haciéndolos comprender y valorar las herramientas que lo soportan. De esta manera ellos estarán bien preparados para recibir los informes de los equipos Seis Sigma acerca del progreso y los hallazgos en sus proyectos.
- ✓ Esta formación debe tener el mismo contenido que la proporcionada al Cinta Verde; pero con mayor énfasis en la selección de los proyectos, en la definición del alcance y la implementación de las recomendaciones. (El contenido típico del programa de formación del Cinta Verde se puede ver en el Anexo 9).
- ✓ Esta capacitación podrá ser tanto interna como externa. De ser externa, será brindada por la firma IECS Group, S.C<sup>1</sup>, y de ser interna será brindada por los actuales Cintas Negras.

#### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA PATROCINADORES**

- ✓ El propósito de esta formación es familiarizar al patrocinador (dueño del proceso) con la metodología DMAIC, haciéndolo comprender y valorar las herramientas que la soportan. De esta manera el patrocinador estará bien preparado para recibir los informes de los equipos Seis Sigma acerca del progreso y los hallazgos en sus proyectos y tendrá la capacidad para participar de lleno en las revisiones de barrera, así como para institucionalizar el enfoque Seis Sigma en el mejoramiento del negocio.
- ✓ La capacitación para los patrocinadores es interna y la proporcionan los Cintas Negras de la empresa.

#### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA MÁSTER CINTA NEGRA**

- ✓ Un candidato a Máster Cinta Negra debe ya haberse acreditado como Cinta Negra y por tanto ya haber recibido la formación necesaria como Cinta Negra. Si este no fuera el caso, el Máster Cinta Negra debe recibir una formación adicional que es la recomendada para extender el conocimiento del Máster Cinta Negra en métodos estadísticos, en otras técnicas matemáticas relacionadas y en técnicas organizacionales de gestión. La agenda de la formación precisa estará hecha a la medida de los individuos específicos

---

<sup>1</sup> Es una firma de Consultoría que provee los servicios de capacitación y certificación de las metodologías Lean Manufacturing, Seis Sigma y Reingeniería de Procesos de Negocios. Avalados por la International Society of Six Sigma Professionals (ISSSP).

y de las áreas de aplicación en las cuáles el Máster Cinta Negra se va a dedicar.

- ✓ Esta capacitación será externa, brindada por la firma IECS Group, S.C.

### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA CINTA NEGRA**

- ✓ Un candidato a Cinta Negra ya debe haber recibido formación y acreditado como Cinta Verde, o posee el nivel equivalente de experiencia y conocimientos. El contenido de un programa típico de formación de un Cinta Negra se muestra en Anexo 17. A este programa de formación es necesario agregarle capacitación sobre evaluación económica, para que sean capaces de evaluar correctamente el desempeño financiero de los procesos y seminario de capacitación de los software Minitab y Quality Companion.
- ✓ El conocimiento de un candidato a Cinta Negra debe confirmarse mediante evaluaciones escritas o por una evaluación multiopcional. La evaluación puede ser interna o externa.
- ✓ Además de asistir al programa de entrenamiento, cada candidato debe completar al menos dos proyectos Seis Sigma y estos a su vez sean certificados por una autoridad certificadora. La certificación puede ser tanto interna como externa. Los proyectos le proporcionan a los candidatos a Cinta Negra la oportunidad de demostrar sus conocimientos y habilidades en la aplicación de las herramientas Seis Sigma. Los proyectos deben ser evaluados por un Máster Cinta Negra. La evaluación debe incluir un examen oral, el que puede ser visto como parte de la tutoría durante los proyectos que se acometen en el marco de la formación y la certificación.
- ✓ Si el candidato a Cinta Negra, debido a la naturaleza de los dos primeros proyectos, no pudiera demostrar un conocimiento pleno de las herramientas Seis Sigma, debe acometer otros proyectos adicionales.

### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA CINTA VERDE**

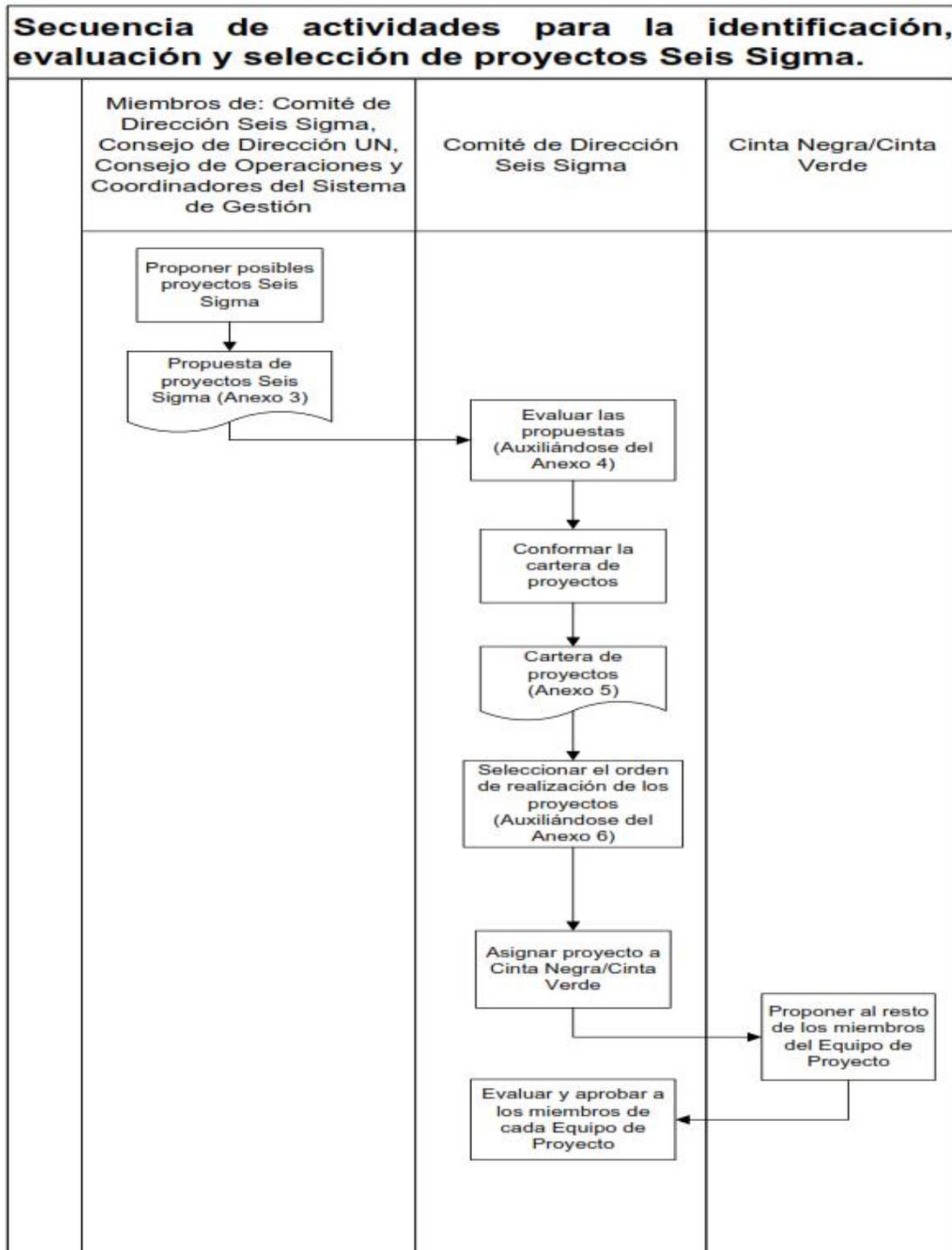
- ✓ El contenido típico del programa de formación de un Cinta Verde se muestra en el Anexo 18. A este programa de formación es necesario agregarle capacitación sobre los software Minitab y Quality Companion y sobre las métricas Seis Sigma.
- ✓ El conocimiento de un candidato a Cinta Verde debe confirmarse mediante evaluaciones escritas o una evaluación multiopcional. Puede ser interna o externa.
- ✓ Además de asistir al programa de entrenamiento, cada candidato a Cinta Verde debe completar un proyecto Seis Sigma aprobado por una entidad certificadora. La certificación puede ser interna o externa. Este proyecto proporciona al candidato a Cinta Verde la oportunidad de demostrar su conocimiento y habilidad para aplicar las herramientas apropiadas para el nivel Cinta Verde.

- ✓ El proyecto debe ser evaluado por un Cinta Negra independiente y que pertenezca al área dónde trabaja el candidato a Cinta Verde.
- ✓ La evaluación debe incluir un examen oral. La capacitación es interna, proporcionada por los Cintas Negras de la empresa.

### **REQUISITOS DE FORMACIÓN PARA CINTA AMARILLA**

- ✓ El programa de entrenamiento para los candidatos a Cinta Amarilla deben tomar la forma de un seminario de concientización en Seis Sigma de un día de duración, dónde se explica el propósito de Seis Sigma, así como la metodología Seis Sigma DMAIC. La descripción detallada de las herramientas Seis Sigma se deben llevar a la mínima expresión.
- ✓ Los Cinta Amarilla, una vez involucrados en un equipo de proyecto Seis Sigma deben recibir formación en el puesto de trabajo de la aplicación de aquellas herramientas que son aplicables para el proyecto. Esta formación debe ser impartida por el Cinta Negra o Verde que está dirigiendo el proyecto.
- ✓ La organización que implementa la iniciativa Seis Sigma debe considerar si pudiera o no ser beneficioso para el éxito de la implementación del programa, formar a todos sus empleados en por lo menos al nivel Cinta Amarilla.
- ✓ Esta formación es interna, proporcionada por los Cintas negras o Verdes de la empresa.

Anexo 12: Secuencia de actividades para la identificación, evaluación y selección de los proyectos.



**Anexo 13: Modelo para la propuesta de proyectos Seis Sigma.**

Cienfuegos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Estimado compañero(a): \_\_\_\_\_

Nuestra empresa actualmente se encuentra inmersa en la profundización del proceso de mejora continua, ingrediente importante en el movimiento de calidad total. Con el propósito de elevar los niveles de competitividad, así como la reducción de costos de forma proactiva. Para esto la empresa ha adoptado la metodología Seis Sigma/DMAIC, la que tributa por sus características a la obtención de las metas propuestas por la entidad.

A continuación se define lo que se considera Proyecto Seis Sigma.

Proyecto Seis Sigma:

- La solución del problema no es conocida.
- La causa raíz del problema no se conoce.
- El problema es complejo y necesita de análisis estadísticos.
- El problema es parte de un proceso.
- El proceso es repetitivo.
- Es posible definir un defecto, un atraso o una pérdida que caracterice el problema.
- Requiere de muy poca o ninguna inversión capital.
- El proyecto duraría de tres a seis meses.
- Existen datos y están disponibles.

Partiendo de esta definición, le solicitamos su colaboración para identificar posibles Proyectos Seis Sigma a desarrollar en la empresa, teniendo en cuenta su experiencia.

Propuesta de posibles Proyectos Seis Sigma:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

Gracias por su colaboración.

**Anexo 14: Lista de chequeo general para la identificación de los proyectos Seis Sigma.**

La lista que se muestra a continuación es la propuesta por la ISO 13053-1:2011 para identificar los proyectos Seis Sigma.

1. ¿Posee el proyecto potencial eventos repetitivos?
2. ¿Existen mediciones?, si “no”, ¿se pueden establecer mediciones en un tiempo razonable?
3. ¿Tiene usted la capacidad de controlar, es decir, de manipular el proceso?
4. ¿Mejoraría el proyecto potencial la satisfacción del cliente?
5. ¿Está alineado el proyecto potencial por lo menos a uno de los indicadores del negocio?
6. ¿Generará ahorros el proyecto potencial?
7. ¿Tendrá el proyecto potencial alta probabilidad de ser completado a través del ciclo DMAIC dentro de los 6 meses desde su comienzo?
8. ¿Es posible establecer criterios de éxito para el proyecto?

Para que el proyecto potencial sea considerado en la cartera de proyectos, todas las respuestas a las preguntas de la lista de chequeo deben ser “sí”.

Anexo 15: Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma.

<b>Matriz para la selección de proyectos Seis Sigma</b>	<b>Legenda que define el sentido /dirección/ de la evaluación con valores entre 1 y 5</b>					<b>Evaluación</b>	
	Alto (5) ↑	Alto (5) ↑	Alto (5) ↑	Bajo (5) ↑	< 3 Meses (5)	<b>5</b>	Procede
	Medio ↑	Medio ↑	Medio ↑	Medio ↑	4 Meses (4)	<b>4</b>	Procede
	Bajo (1) ↑	Bajo (1) ↑	Bajo (1) ↑	Alto (1) ↑	5 Meses (3)	<b>3</b>	Precaución
					6 Meses (2)	<b>2</b>	Precaución
					> 6 Meses (1)	<b>1</b>	Atención

<b>Proyectos Candidatos</b>	<b>Peso asignado a las variables de evaluación</b>					<b>Total</b>
	25%	25%	10%	20%	20%	
	<b>Impacto en el Cliente y Otras Partes Interesadas</b>	<b>Impacto en el negocio</b>	<b>Probabilidad de Éxito</b>	<b>Recursos requeridos</b>	<b>Tiempo de completamiento</b>	

Instrucciones para el llenado.

- En la columna de proyectos candidatos se pondrán los nombres de todos los proyectos que se identificaron con la Lista de chequeo para la identificación de proyectos Seis Sigma.
- Luego, en las columnas de la derecha se le asignará un peso a cada proyecto teniendo en cuenta la leyenda que se especifica en la parte superior de la matriz.
- A medida que se le van asignado los valores entre 1 y 5, cada casilla tomará el color que le corresponde siguiendo la leyenda de colores que se muestra en la parte superior de la matriz.
- Una vez que se van insertando los valores en las casillas correspondientes, el valor de la casilla total va modificándose hasta obtener el valor final.
- El proyecto que obtenga mayor total deberá ser el primero en ser desplegado y así sucesivamente.

### Anexo 16: Vista de un proyecto desplegado con Quality Companion.

The screenshot displays the Quality Companion interface for a project titled "Reduccion del tiempo de ciclo en EDIN (Yaneisy).qcp (Read Only) - Quality Companion - [CT Tree]". The main workspace shows a hierarchical diagram with a root node: "Que los proyectos se entreguen con calidad, dentro del presupuesto disponible y en el tiempo acordado". This root node branches into three categories: "Calidad", "Plazo", and "Precio".

- Calidad** (Quality):
  - Completemiento del paquete de planos y memorias descriptivas
  - Soluciones bien definidas
  - Estética
- Plazo** (Time):
  - Reducir el Tiempo de Ciclo
    - Y Tiempo de Ciclo
- Precio** (Cost):
  - Las mejores soluciones dentro del presupuesto aprobado

The left sidebar shows a "Project Manager" tree with various project elements like "Management", "Tasks", "Financial Data", and "Roadmap". The right sidebar contains "CT Tree Tasks" with instructions for using tools like "Brainstorm List", "Comments(Priority)", "Layout", "Edit Properties", and "Coach (CT Tree)". The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 14:43 and several open applications.

**Anexo 17: Agenda de formación típica para un Cinta Negra.**

Día	Semana 1 (DEFINIR)	Semana 2 (MEDIR)	Semana 3 (ANALIZAR)	Semana 4 (MEJORAR)	Semana 5 (CONTROLAR)
<b>Día 1</b>	Modelos de costos por mala calidad; mediciones del negocio; benchmarking; financiamiento de proyectos	Escalas de medición; tipos de datos; definición de oportunidades; interpretando la variación	Herramientas básicas; ocultas; capacidad a largo y corto término; distribución normal estandarizada; intervalos de confianza	Experimentos factoriales completos	A prueba de errores
<b>Día 2</b>	Identificación de pérdidas; concepto de valor; oportunidades; mediciones Seis Sigma; selección de proyectos	Variación del proyecto; FMEA de proceso	Prueba de hipótesis; cálculos de potencia y tamaño de muestra; distribuciones; ANOVA; análisis multi-variable	Experimentos factoriales fraccionados	SPC para datos por atributos
<b>Día 3</b>	Definición del problema; identificación de los clientes; mapeo de procesos; matriz de selección de características; diagramas causa efecto	MSA para las mediciones; MSA para atributos	Regresión lineal y correlación; análisis de residuos; prueba de hipótesis no paramétricas	EVOP; análisis multi regresión	SPC para datos medidos
<b>Día 4</b>	Creación de equipos; perfiles de estilo de personalidad; carta constitutiva del proyecto; gestión de proyectos; diagramas de Gantt	Estrategias de muestreo; herramientas para la recopilación de datos; herramientas estadísticas básicas; desempeño del proceso; capacidad del proceso	Análisis de weibull; análisis de los 5 por qué	Robustez del proceso; experimentos de superficies de respuesta; análisis del campo de fuerzas	Planes de control; 5S; TPM; auditorías del proceso; criterios de éxito

**Anexo 18: Agenda de formación típica de un Cinta Verde.**

<b>Día 1 (DEFINIR)</b>	<b>Día 2 (MEDIR)</b>	<b>Día 3 (ANALIZAR)</b>	<b>Día 4 (MEJORAR)</b>	<b>Día 5 (CONTROLAR)</b>
<b>Selección de proyectos</b>	Concepto de variación	Análisis de capacidad	Generación de ideas alternativas	Prueba de errores
<b>Metodología DMAIC</b>	FMEA	Análisis de Pareto	Mapa de proceso	Plan MSA a largo término
<b>Identificando los CTQCs.</b>	Tipos de datos	Diagrama de caja	FMEA	Gráficos p
<b>Mapeo de procesos</b>	Planes de recolección de datos	Histogramas	Mejoras piloto	Gráficos u
<b>Depuración del alcance del proyecto</b>	MSA	Diagramas de dispersión	Validación de las mejoras	Gráficos X-R
<b>Matrices de causa - efecto</b>			Gráficos de control	Gráficos X - R <sub>moving</sub>
<b>Análisis de pérdida y de valor</b>			Diagramas de causa y efecto	SOP y planes de entrenamiento

### Anexo 19: Programa de implementación de la metodología Seis Sigma 2012 - 2016.

Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016				20			
				T1	T2	T3	T4																												
1	<b>PROGRAMA LEAN SEIS SIGMA 2012-2016</b>	jue 01/04/10	lun 19/12/16																																
2	<b>SEIS SIGMA</b>	jue 01/04/10	lun 19/12/16																																
3	Inicio	jue 01/04/10	jue 25/10/12																																
4	Preparación primeros Cinta Negra (BB)	jue 01/04/10	sáb 29/10/11																																
5	Preparación primeros Campeones	jue 01/04/10	jue 21/10/10																																
6	Adquisición y prueba de softwares	jue 24/03/11	mar 11/10/11																																
7	Inserción Seis Sigma en el Mapa de Procesos	mié 12/10/11	mié 19/10/11																																
8	Preparación Procedimiento Seis Sigma	vie 28/10/11	mié 25/01/12																																
9	Preparación del curso Cinta Amarilla	vie 27/01/12	jue 16/02/12																																
10	Impartición de tres cursos Cinta Amarilla	jue 23/02/12	vie 30/03/12																																
11	Creación del Comité Seis Sigma	jue 19/01/12	vie 27/01/12																																
12	1ra homada Proyectos Seis Sigma	jue 05/01/12	jue 25/10/12																																
13	<b>Despliegue</b>	lun 02/04/12	mié 30/10/13																																
14	Preparación 2da ronda Campeones	lun 02/04/12	jue 28/02/13																																
15	Preparación 2da ronda Cinta Negra (BB)	lun 02/04/12	vie 28/06/13																																
16	2da Homada de Proyectos Seis Sigma	jue 06/12/12	vie 28/06/13																																
17	Preparación curso Cinta Verde	jue 04/04/13	jue 30/05/13																																
18	Preparación interna Cinta Verde	mar 04/06/13	vie 19/07/13																																
19	Preparación curso Campeones	lun 09/09/13	lun 30/09/13																																
20	Preparación interna Campeones	vie 11/10/13	mié 30/10/13																																
21	<b>Implementación</b>	mié 04/09/13	vie 18/07/14																																
22	1ra homada Proyectos Cinta Verde (GB)	mié 04/09/13	jue 27/02/14																																
23	3ra homada proyectos Cinta Negra (BB)	mié 04/09/13	jue 27/02/14																																
24	Formación de 2 Master BB	lun 10/03/14	vie 18/07/14																																
25	<b>Expansión</b>	vie 07/03/14	lun 19/12/16																																
26	Proyectos varios	vie 07/03/14	lun 19/12/16																																
27	<b>Mantenimiento</b>	lun 20/02/12	lun 19/12/16																																
28	Medición y mejora	lun 20/02/12	lun 19/12/16																																
29	<b>LEAN</b>	mié 01/01/14	lun 19/12/16																																
30	Inicio	mié 01/01/14	mar 25/03/14																																
31	Despliegue	mié 26/03/14	mar 29/07/14																																
32	Implementación	mié 30/07/14	mar 07/04/15																																
33	Expasión	lun 20/04/15	lun 19/12/16																																
34	Mantenimiento	mar 01/04/14	lun 19/12/16																																

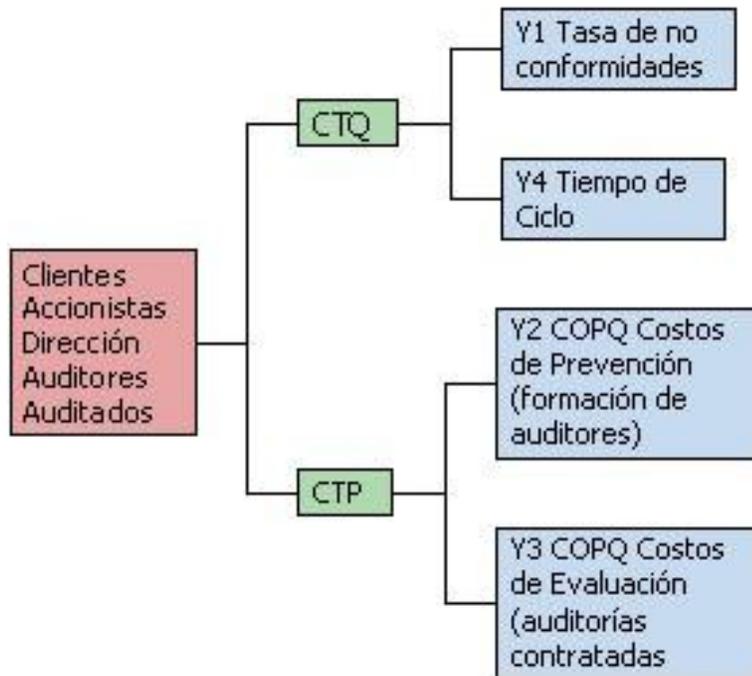
  

Proyecto: Proyect LSS Fecha: mar 18/09/12	Tarea	Hito	Tareas externas
	División	Resumen	Hito externo
	Progreso	Resumen del proyecto	Fecha límite

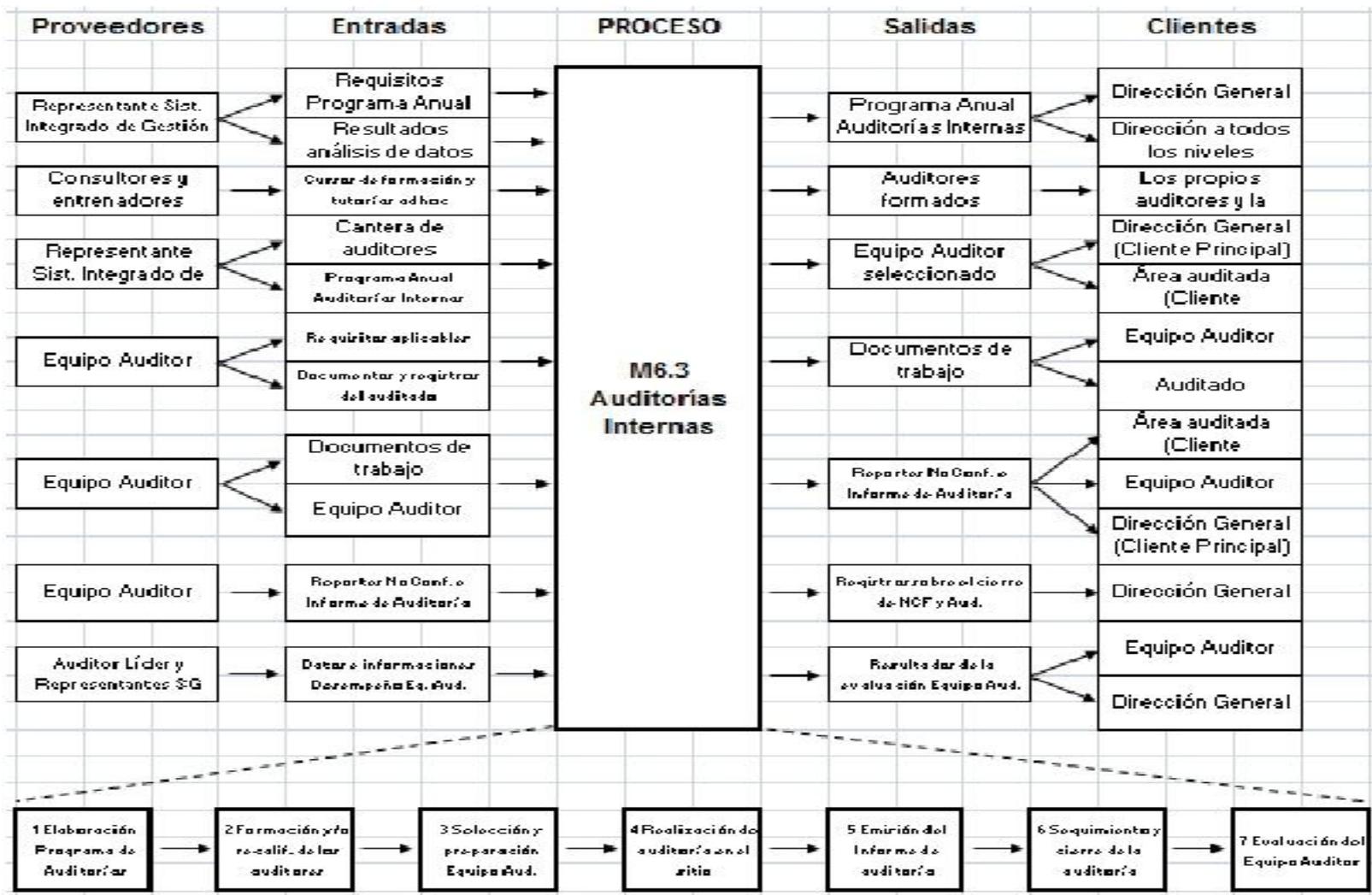
Página 1

Anexo 20: Árbol de las características críticas.

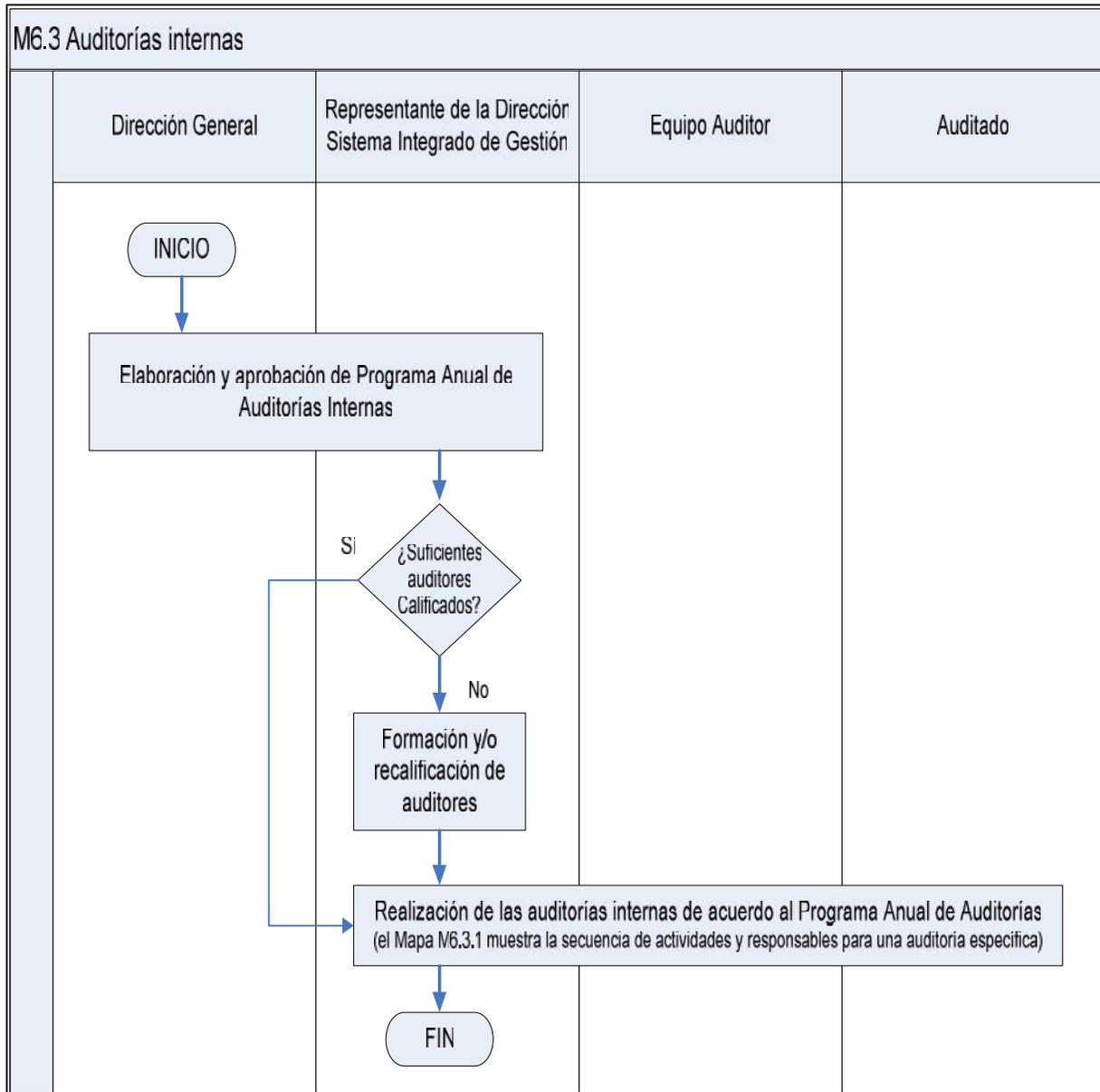
ÁRBOL CTx para el proceso M6.3



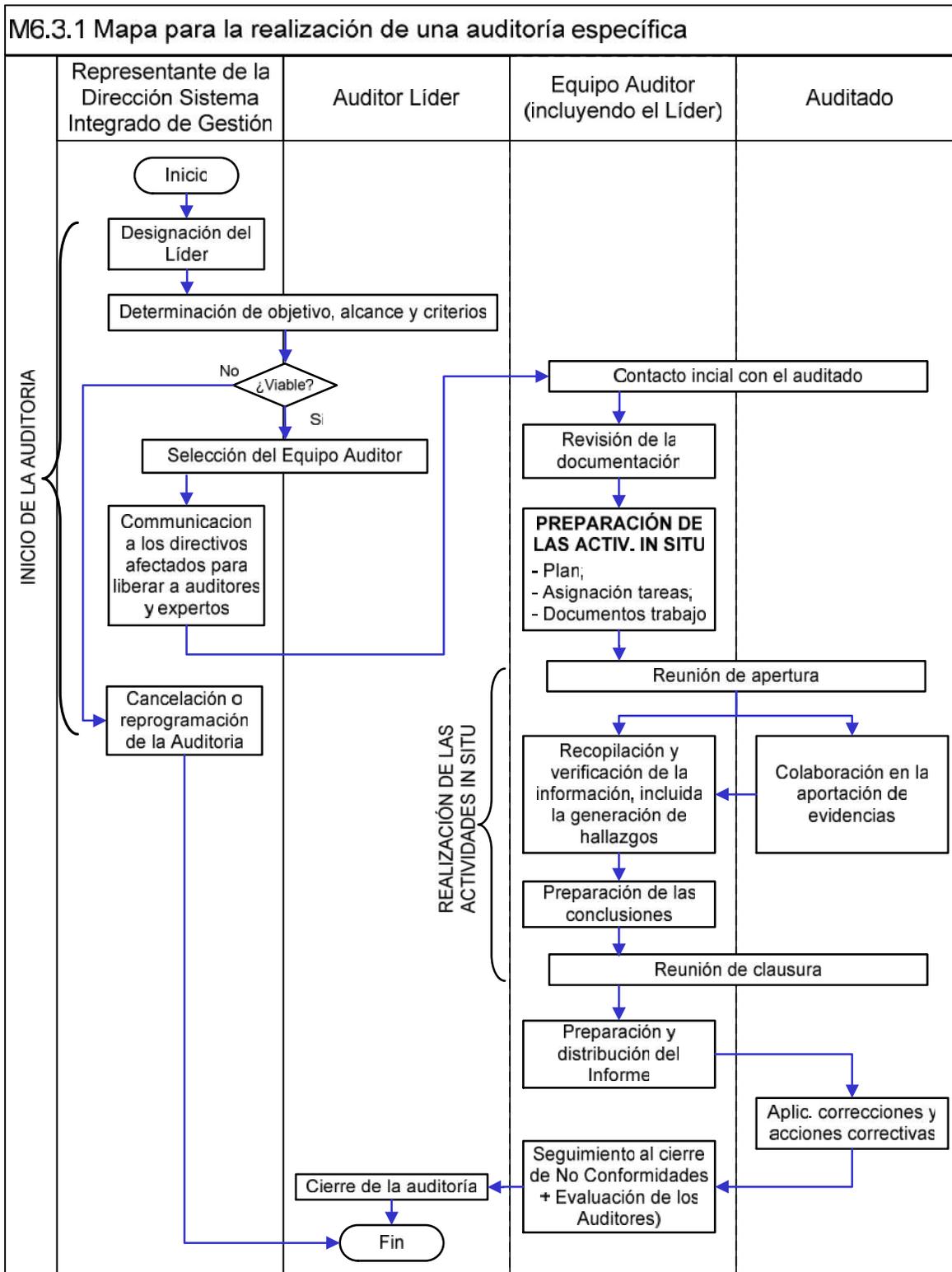
Anexo 21: Proyecto Mejora del proceso M6.3 Auditorías Internas. Diagrama SIPOC.



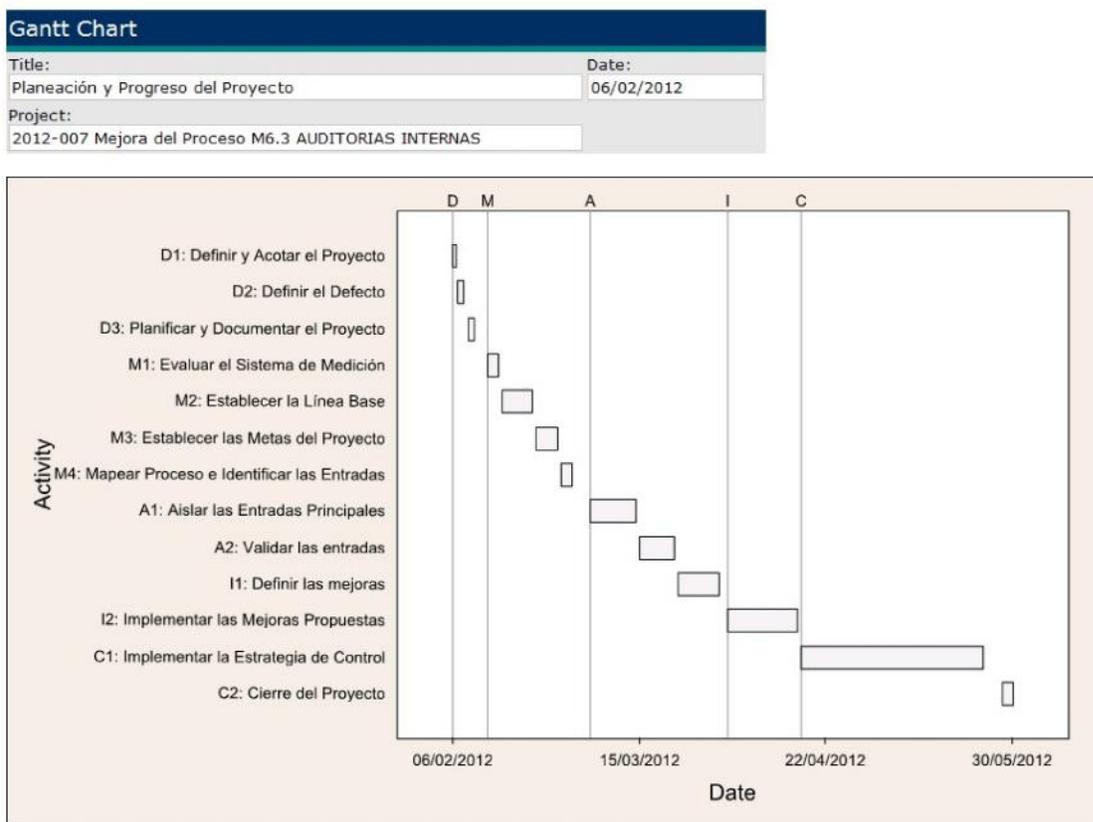
Anexo 22: Flujo grama de realización de las Auditorías Internas.



Anexo 23: Mapa para la realización de una auditoría específica.



**Anexo 24: Diagrama Gantt del proyecto identificado en la Fase Definición.**



**Activities**

Title	Start Date	Due Date	Progress	Footnote
D1: Definir y Acotar el Proyecto	06/02/2012	06/02/2012		
D2: Definir el Defecto	07/02/2012	08/02/2012		
D3: Planificar y Documentar el Proyecto	09/02/2012	10/02/2012		
M1: Evaluar el Sistema de Medición	13/02/2012	15/02/2012		
M2: Establecer la Línea Base	16/02/2012	22/02/2012		
M3: Establecer las Metas del Proyecto	23/02/2012	27/02/2012		
M4: Mapear Proceso e Identificar las Entradas	28/02/2012	01/03/2012		
A1: Aislar las Entradas Principales	05/03/2012	14/03/2012		
A2: Validar las entradas	15/03/2012	22/03/2012		
I1: Definir las mejoras	23/03/2012	31/03/2012		
I2: Implementar las Mejoras Propuestas	02/04/2012	16/04/2012		
C1: Implementar la Estrategia de Control	17/04/2012	24/05/2012		
C2: Cierre del Proyecto	28/05/2012	30/05/2012		

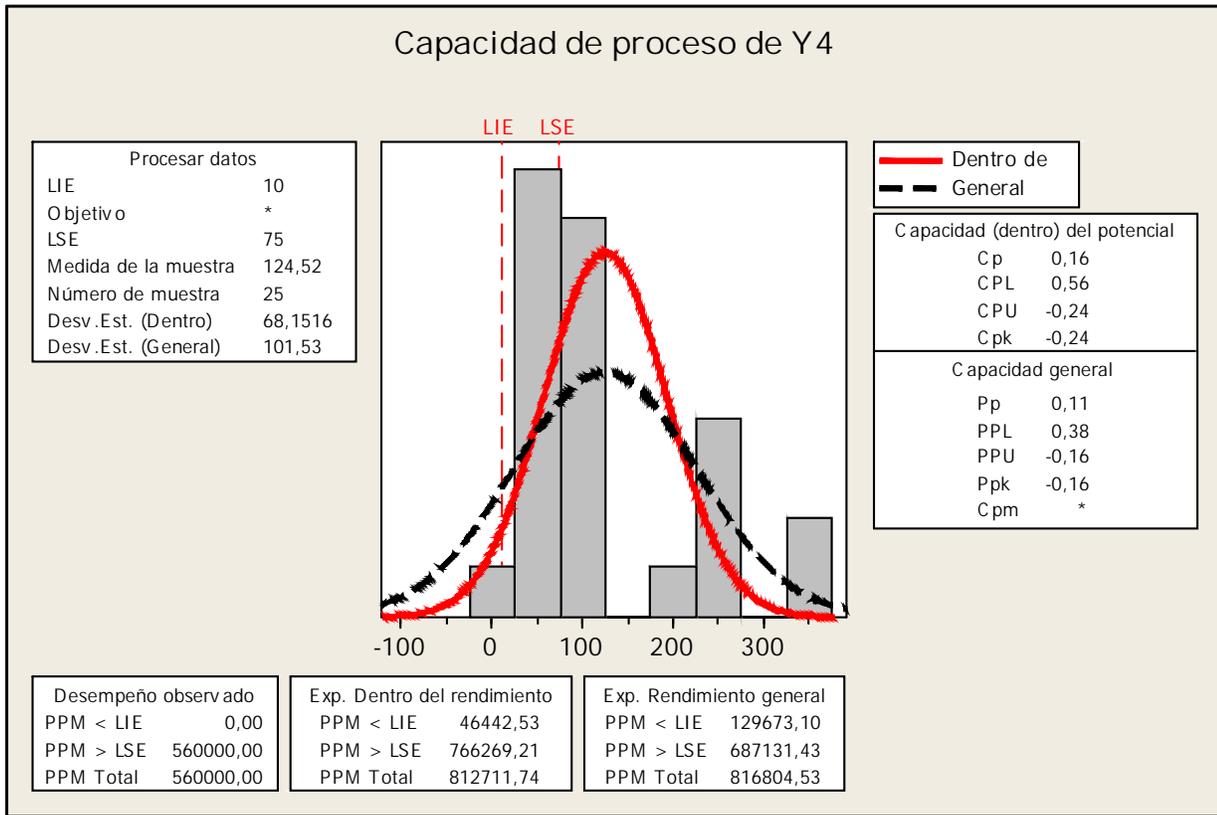
**Anexo 25: Proje Charter (Planificación del proyecto).**

<b>Producto / Servicio Impactado</b>	<b>Auditorías internas del sistema integrado de gestión.</b>	<b>Nombre del Black Belt / Green Belt</b>	<b>Lázaro Manuel Borroto Pérez</b>
<b>Champion</b>	<b>Dessie González Fragoso</b>	<b>Número de Teléfono</b>	<b>(53) (43) 543389</b>
<b>Dueño del Proceso</b>	<b>Angel Rodríguez Quesada</b>	<b>Sr. Manager / Manager</b>	<b>Humberto Padrón García</b>
<b>Elaborado por</b>	<b>Belkis Martínez Fernández (miembro del equipo)</b>	<b>Fecha de Inicio / Fecha Planeada de Culminación</b>	<b>06-02-2012 / 30-05-2012</b>

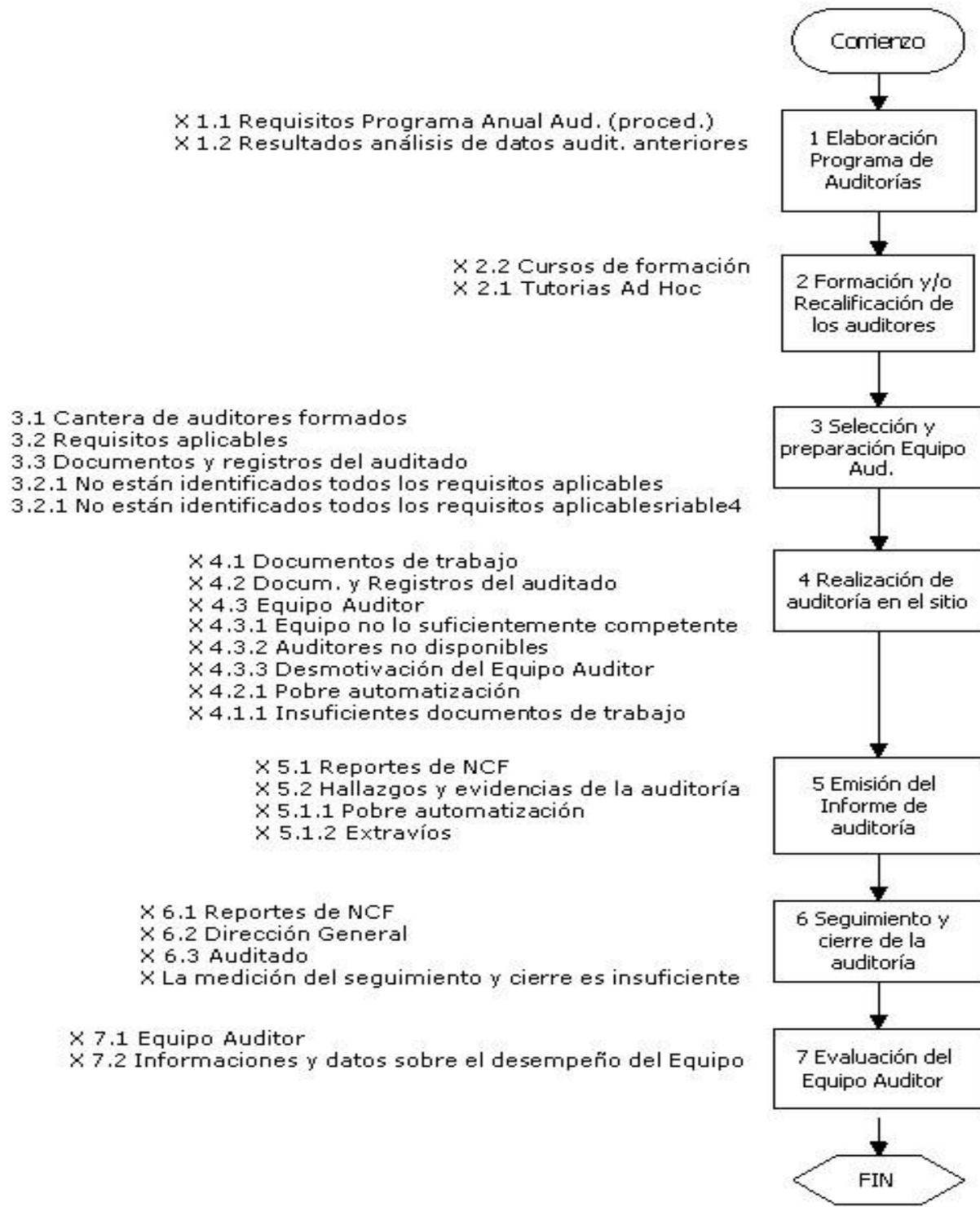
**Descripción del problema:**

- 1) No se detectan todas las no conformidades u oportunidades de mejora (reales y/o potenciales) presentes en las muestras de los procesos auditados (se puede perder credibilidad y en ocasiones dinero cuando una entidad externa detecta no conformidades que podían haberse identificado internamente);
- 2) Los costos en la formación de auditores son considerables;
- 3) El cierre de las no conformidades, y en general de las auditorías tarda demasiado tiempo, en algunos casos más de un año;
- 4) Se pierden registros y se consume tiempo en la revisión y control de los mismos.

Anexo 26: Gráfico del análisis de capacidad de la variable Y4.



Anexo 27: Mapa de proceso para identificar las entradas en cada etapa del proceso.

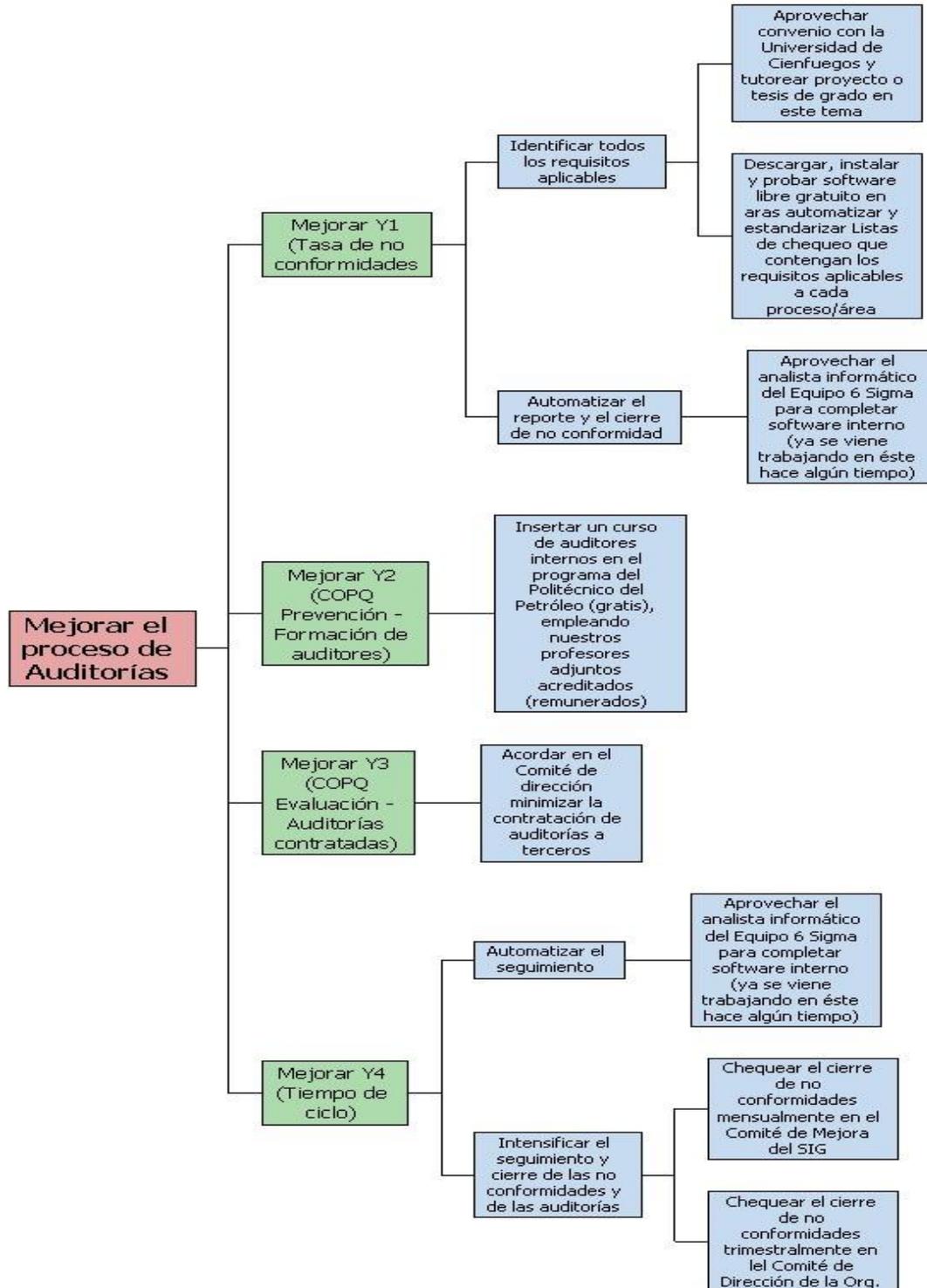


Anexo 28: Parte del FMEA realizado en la fase de Mejorar.

FMEA# 2007-007.R0														
Step#	Process Map - Activity	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Responsibility	Target End Date	Actions To
3	Mapa del Proceso (Unificado) - 3	3.2 Requisitos aplicables	No se identifican todos	Fallas e insuficiencias de los docum. de trabajo	6	Muchos requis. externos y no todos identif.	6	Evaluación de los auditores	8	288	Sistema Automat. para la captura inmediata de req. aplicables	Director AIT + RDC	24/03/2011	
4	Mapa del Proceso (Unificado) - 4	4.1 Documentos de trabajo	Fallas e insuficiencias de los docum. de trabajo	No se detectan NCF existentes	10	Muchos requis. externos y no todos identif.	7	Evaluación de los auditores	7	490	Igual a Step #3			
		4.2 Docum. y Registros del auditado	Documentos y registros no disponibles o desactualizados	Elaborar mal los documentos de trabajo	7	Fallas en el Control de documentos	3	Procedimiento RF-GG-P-02-02	8	168	Sistema Automat. para el control de los documentos	Director AIT + DT Docum. + RDC	23/03/2011	
		4.3 Equipo Auditor	No se detectan NCF existentes	Multas de Org. reguladoras ext.	10	Auditores con muchas otras responsab.	7	Acuerdo de compromiso en el Consejo de Dirección	3	310	Aumentar plantilla 1 Auditor tiempo completo	Junta de Directores	30/01/2011	
					10	Desmotivación de los auditores	4	Evaluación de los auditores	5	200	Establecer mecanismo Pago Extra por auditoría	Director RR.HH	30/01/2011	
					10	Falta de formación y entrenamiento	2	Evaluación de los auditores	4	80				
				Pérdida imagen ante partes int.	8	Auditores con muchas otras responsab.	7	Acuerdo de compromiso en el Consejo de Dirección	3	168				
					8	Desmotivación de los auditores	4	Evaluación de los auditores	5	160				
					8	Falta de formación y entrenamiento	2	Evaluación de los auditores	4	64				
				Pérdida de oportunidades de mejora	6	Auditores con muchas otras responsab.	7	Acuerdo de compromiso en el Consejo de Dirección	3	126				
					6	Desmotivación de los auditores	4	Evaluación de los auditores	5	120				
					6	Falta de formación y entrenamiento	2	Evaluación de los auditores	4	48				
		4.1 Documentos de trabajo	No incluyen todos los requisitos	No se detectan NCF existentes	8	Muchos requis. externos y no todos identif.	8	Procedimiento RF-GG-P-02-04	5	320	Igual a Step #3			
5	Mapa del Proceso (Unificado) - 5	5.1 Reportes de NCF	Pérdida del Reporte	No se aplica la AC	7	Papel como soporte de la información	4	Procedimiento RF-GG-P-02-02	5	140				
				Desaparecen las evidencias	4	Papel como soporte de la información	4	Procedimiento RF-GG-P-02-02	5	80				
6	Mapa del Proceso (Unificado) - 6	6.2 Dirección General	No seguimiento oportuno cierre	No se aplica la AC	5	Falta de exigencia y responsabilidad	5	Análisis de incumplimientos en Consejo Dir.	5	125				
					5	Descontrol (Reportes de muy diversas fuentes)	8	Base de datos rudimentaria	7	280	Sistema Automat. para la emisión, control y cierre de las NCF detectadas	Director AIT + RDC	26/12/2010	
				Retrasos en el cierre de NCFs y de la Auditoría	6	Falta de exigencia y responsabilidad	5	Análisis de incumplimientos en Consejo Dir.	5	150				
					6	Descontrol (Reportes de muy diversas fuentes)	8	Base de datos rudimentaria	7	336	Sistematizar el análisis en el Consejo de dir. (mensualmente)	Director General	09/01/2011	

Anexo 29: Planificación de las mejoras.

Planificación Inicial de las Mejoras  
Mediante un Diagrama de Árbol



**Anexo 30: PLAN DE ACCIÓN [5W2H] resultante del proyecto Seis Sigma.**

No	Acción / Actividad	Responsable	Propósito	Fecha / Duración	Lugar	Modo	Recursos
	1 <sup>ra</sup> W ¿Qué?	2 <sup>da</sup> W ¿Quién?	3 <sup>ra</sup> W ¿Por qué?	4 <sup>ta</sup> W ¿Cuándo?	5 <sup>ta</sup> W ¿Dónde?	1 <sup>ra</sup> H ¿Cómo?	2 <sup>da</sup> H ¿Cuánto?
1	Identificar los requisitos aplicables a MA y Seg. y Salud en el Trabajo	Dirección SHA	Mejorar las listas de chequeo de MA y Seg. y Salud en el Trabajo	30/03/2012	Edificio Administrativo (Oficinas SHA)	Proyecto de curso con la Universidad de Cienfuegos	Tiempo de los especialistas SHA, y creación de condiciones a los estudiantes
2	Desarrollar módulo en Base de Datos que permita filtrar las listas de chequeo por áreas y procesos	Dirección de Informática, Automática y Telecomunicaciones	Automatizar y estandarizar Listas de chequeo que contengan los requisitos aplicables a cada proceso/área.	07/04/2012	Edificio Administrativo (AIT)	Desarrollar software	Tiempo Esp. AIT (miembro del Equipo)
3	Completar software interno para el reporte, respuesta, verificación/seguimiento y cierre de no conformidades / acciones correctivas (ya se viene trabajando en éste hace algún tiempo). Incluir en éste opción para la emisión automática de emails recordatorios de no conformidades pendientes de respuesta	Dirección de Informática, Automática y Telecomunicaciones	Poka Yoke (recordatorios automáticos mediante emails)	16/04/2012	Edificio Administrativo (AIT)	Desarrollar software	Tiempo Esp. AIT (miembro del Equipo)

	y de cierre (Poka Yoke)						
4	Insertar un curso de auditores internos en el programa del Politécnico del Petróleo, empleando nuestros profesores adjuntos acreditados	Dirección General	Disminuir los costos	16/05/2012	Politécnico		
5	Desarrollar un Proyecto en la plataforma MS Project para gestionar el Programa Anual de Auditorías como un Portafolio de Proyectos, donde cada auditoría es un proyecto con diferentes actividades en el tiempo	Equipo del Proyecto	Mejorar la planificación de las actividades, así como de los recursos: auditores y permite mejorar el seguimiento por mes, semana, día, etc.	16/05/2012	Edificio Administrativo	Aplicación de Microsoft Project	Tiempo de los Miembros del Equipo
6	Chequear el cierre de no conformidades en el Comité de Dirección de la Organización y en el Comité de Mejora SIG	Dirección General	Analizar a nivel de ambos Comités las causas de las no conformidades no cerradas más allá del plazo planificado	Trimestralmente a nivel de Comité de Dirección y Semestralmente a nivel de Comité de Mejora	Salón de reuniones de ambos Comités	Un punto en el orden del día en ambos Comités	5-10 minutos de los miembros de ambos Comités

**Anexo 31: Plan para el control de las mejoras al proceso.**

Control Plan			
Project:		Project Leader:	
2012-007 Mejora del Proceso M6.3 AUDITORIAS INTERNAS		bmartinez	
Location:		Approved by:	
Cienfuegos		José Manuel Suárez Águila	
Process Owner:		Date:	
Angel Rodríguez Quesada		17/04/2012	
		Revision:	
		0	

Key Inputs (Vital Xs) to be Controlled				
Activity / Step	Input	Specification Characteristic to be Controlled	Control Method	Control Description
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 S	3.2.1 No están identificados todos los requisitos aplicablesriable4	100 %	Process Redesign	Software "KMKey Quality" con base de datos que incluye todos los requisitos aplicables por procesos y áreas de trabajo (permite filtrar)
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 S	La medición del seguimiento y cierre es insuficiente	Cantidad de no conformidades pendiente de cierre por área responsable.	Poka Yoke	1 Acuerdo del Comité de Dirección para chequear trimestralmente el cierre de no conformidades. 2 Acuerdo del Comité de Mejora para chequear mensualmente el cierre de no conformidades.

Key Outputs (Vital Ys) to be Monitored				
Activity / Step	Output	Specification Characteristic to be Monitored	Control Method	Control Description
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 S	Y1 Tasa de no conformidades	0 - 8	Gráfico de corrida	Colectar datos de los expedientes de las auditorías, transfiriéndolos para la Hoja de Recolección de Datos de Auditorías (HRDA), igual a la etapa Measure 2: Establish Baseline / Estudio de Capacidad
Mapa del Proceso (Unificado) - 2 F	Y2 - COPQ Prevención (Formación Auditores)	0 - 600 USD	Training Plan	En el Plan Anual de Formación, aprobado al comienzo de cada año, se incluirán 2 cursos de formación de auditores internos.
Mapa del Proceso (Unificado) - 3 S	Y3 - COPQ Evaluación (auditorías contratadas)	0 USD	Audit	Aprobar acuerdo del Comité de Dirección en el que se establezca minimizar la contratación de auditorías internas a terceros
Mapa del Proceso (Unificado) - 6 S	Y4 Tiempo de Ciclo	15 - 75 días	Poka Yoke	1. Incluir en el software para la gestión de no conformidades la emisión automática de emails con recordatorio de no conformidades pendiente de respuesta y de cierre por área responsable 2. Chequeos mensuales en el Comité de mejora; 3. Chequeos trimestrales en el Comité de dirección