

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DPTO. INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROFESOR GUÍA:
SR. RODRIGO ROMERO R.**



**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTION ESTRATEGICA DE SOPORTE
PARA LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE LA PLANTA DE ETILENO,
EXTENDIBLE A ENAP REFINERÍAS BÍO BÍO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

CONCEPCIÓN, 26 de Marzo 2009

CARLOS ZAMBRANO SEPÚLVEDA

DEDICATORIA

Gracias señor porque tengo a mis padres, hermanas, cuñado, sobrinos y amigos; a ellos dedico este logro. Gracias a la tierra porque en ella desarrollamos la vida y nos realizamos como persona.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su infinito amor y apoyo.

A mi núcleo familiar que siempre creyó en mi.

Al Sr. Javier Ibáñez G, por sus gestiones ante la Empresa Nacional del Petróleo para darme la privilegiada oportunidad de realizar mi Proyecto de Título en la Empresa y por la gran colaboración comprometida para llevarlo a cabo.

Al Sr. Néstor Salgado C, por su apoyo en las actividades de investigación y facilitación de información para la realización del proyecto. Por los contactos efectuados para la realización de entrevistas. Por las correcciones.

Al Sr. Mario Ramírez E., por la disposición comprometida para la realización de parte del estudio.

Al Sr. Rodrigo Romero R, por haber acogido mis ideas y por su incondicional colaboración y guía para con el desarrollo del proyecto.

Y a ti Señor, que aunque estés al final, sabes bien que eres el primero en mi corazón.

RESUMEN

El Presente proyecto de título propone un Modelo de Gestión Estratégica que permitirá atacar el problema de la confiabilidad operacional al interior de la Planta de Etileno en Enap Refinerías Bio Bio y será extendible a toda la organización. Esta se ubica en la comuna de Hualpén, Octava Región. Cada función que se realiza debe tener un sentido, por ello es que durante el transcurso del trabajo se definirá una estrategia la cual dará a entender la forma de entrelazar las actividades de manera que podamos conseguir los objetivos planteados y que la competencia no pueda imitarnos.

La confiabilidad Operacional es el tema fundamental del estudio y para este caso en particular será enfocado desde un análisis de fallas en la operación a través de una metodología internacional denominada *Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE)*. De forma seguida, se estimarán y calcularán los costos asociados a dichas fallas con el fin de demostrarle a la Dirección si se torna necesario producir un cambio en la cultura organizativa y volcarla a hacia la acción preventiva – correctiva en todos los niveles tanto operativos como de gestión. De acuerdo a lo anterior, hagamos el ejercicio de visualizar que cosas se nos vienen a la mente con el concepto de Confiabilidad Operacional, mediante un poco de reflexión:

- 1.- Pensemos un momento en hechos relacionados con baja confiabilidad y hagamos una lista de los mismos.
- 2.- Leamos dicha lista y concentrémonos en hallar una persona en una empresa de manufactura o servicio, que no este relacionada al menos con uno de los problemas que atañen a la baja confiabilidad.
- 3.- Enseguida enumeremos a quienes beneficiaría un plan de Mejoramiento o un Modelo de Gestión Estratégico en la Confiabilidad Operacional (CO)
- 4.- Entonces, ¿seguimos estando convencidos que el problema de la confiabilidad operacional solo es responsabilidad del Departamento de Mantenimiento?

Bien, de acuerdo a investigaciones durante numerosos talleres realizados respecto a este tema, se han encontrado las siguientes respuestas a las preguntas planteadas:

Argumento a la reflexión Nº 1:

Hechos relativos a baja confiabilidad:

Fallas, Perdidas de dinero, Reparaciones de emergencia, Descontento gerencial, Repuestos de emergencia, Accidentes, Tiempo extra para producción del bien o servicio, Incumplimiento de pedidos, Baja producción, Alta rotación de personal, Baja productividad, Menor rendimiento, Menor eficiencia, Enfermedades laborales, Estrés, Problemas Ambientales, Penalizaciones de Clientes, Mayor Consumo de Energía, Problemas con sindicatos, Outsourcing, Mal mantenimiento, Mala operación, Falta de competencias, entre otros.

Todos los elementos anteriores son fuentes para detectar **oportunidades de mejora** de alto valor agregado para una organización, en la medida que se gestionen de forma eficiente.

Argumento a la reflexión Nº 2: Involucra a todos. Desde la gerencia, pasando por todos los niveles organizativos hasta el personal de poyo.

Argumento a la reflexión Nº 3: A todas las personas.

Argumento a la reflexión Nº 4: No, puesto que la confiabilidad operacional es una cadena en la que toda la fuerza laboral sin distinción de cargos, deben actuar y funcionar hacia un mismo horizonte, por tanto debe ser de interés interdepartamental.

Lo cierto es que las empresas que insisten en confinar la Confiabilidad Operacional al departamento de Mantenición simplemente están dejando de lado una

serie de aspectos que podrían mejorar su productividad. Por otra parte quienes aceptan esta filosofía como un tema colectivo y tratan de mejorar de una manera continua y sistemática, tienen una gran ventaja competitiva por sobre los que no hacen nada.

INDICE

	Página
RESUMEN	IV
INDICE DE CONTENIDOS	VII
CAPITULO 1	
GENERALIDADES	1
	1
1.1	3
1.2	8
1.3	8
1.4	9
1.4.1	9
1.4.2	9
1.5	9
1.6	10
1.7	13
1.7.1	13
1.7.1.1	14
1.7.1.1.1	14
1.7.1.1.2	14
1.7.1.1.3	15
1.7.1.1.3.1	15
1.7.1.1.3.2	15
1.7.1.2	16
1.7.1.2.1	17
1.7.1.2.1.1	17
1.8	18

CAPITULO 2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEORICO	20
2.1	Planteamiento del problema	20
2.2	Marco Teórico	22
2.2.1	Gestión y estrategia van de la mano	22
	Introducción	22
2.2.1.1	La Gestión	22
2.2.1.2	La Estrategia	25
2.2.1.2.1	La eficacia operativa no es la estrategia: es necesaria pero no suficiente	25
2.2.1.2.2	Una posición estratégica sostenible requiere disyuntivas	26
2.2.1.3	La Ventaja competitiva	27
2.2.2	Análisis Modal de Fallas y Efectos	29
	Introducción	29
	Objetivos de aplicar un AMFE	30
2.2.2.1	Tipos de AMFE	30
2.2.2.1.1	AMFE de diseño	30
2.2.2.1.2	AMFE de proceso	31
2.2.2.2	Conceptos importantes	31
2.2.2.2.1	Modo de la falla	31
2.2.2.2.2	Índice de ocurrencia (o)	32
2.2.2.2.3	Índice de gravedad (s)	32
2.2.2.2.4	Índice de detección (d)	33
2.2.2.3	Implementación del AMFE	33
2.2.3	Costos en la Calidad Cc	42
	Introducción	42
2.2.3.1	Clasificación de los Costos	42
2.2.3.1.1	Costos de no calidad	42

2.2.3.1.1.1	Costos por fallas internas	42
2.2.3.1.1.2	Costos por fallas externas	43
2.2.3.1.2	Costos de calidad	43
2.2.3.1.2.1	Costos de evaluación	43
2.2.3.1.2.2	Costos de prevención	44
2.2.3.2	Matriz de costos de la calidad	44
2.2.3.3	Cuestionario para la estimación de los Cc	46
2.2.3.4	Determinación del valor óptimo del costo	51
2.2.3.5	Optimización de costos	56
2.2.4	Indicadores para la gestión	57
	Introducción	57
2.2.4.1	Ventaja de poseer indicadores	57
2.2.4.2	Ficha técnica de un indicador	58
2.2.4.3	Pasos generales para el diseño de indicadores	59
CAPITULO 3	PROPUESTA DE SOLUCION AL PROBLEMA	60
3.1	Exposición de los resultados	60
3.1.1	Identificación de la Ventaja competitiva	64
3.1.2	Formulación de la estrategia	64
3.1.3	Filtro de la información	65
3.1.4	Calculo y Estimación de los costos en la calidad para la Planta de Etileno	69
3.1.4.1	Calculo de los costos en la calidad a través de la metodología AMFE	69
3.1.4.2	Estimación de costos a través de cuestionario Cc	73
3.1.5	Diseño de Indicadores	77
3.2	Discusión de los resultados	81
3.3	Sobre la implementación del proyecto	84

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	85
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	87

	Pagina
INDICE DE GRAFICOS, FIGURAS Y TABLAS	X

INDICE DE GRAFICOS	X
---------------------------	----------

Grafico N° 2.1: Curvas para la determinación del costo óptimo en la calidad	53
Grafico N° 2.2: Parte óptima de la curva de costos totales en la calidad	54

INDICE DE FIGURAS	X
--------------------------	----------

Figura N° 1.1: La Confiabilidad Operacional	6
Figura N° 1.2: Modelo de Gestión Estratégica	12
Figura N° 1.3: Vista panorámica La Refinería	17
Figura N° 1.4: Vista desde Planta de Etileno	18
Figura N° 2.1: Planteamiento del problema	21
Figura N° 2.2: Estructura de un proceso	24
Figura N° 2.3: Elementos de la ventaja competitiva en el modelo basado en los recursos	27
Figura N° 2.4: Ejemplo para la causa, modo de la falla y efecto	32
Figura N° 2.5: Modelo de los recursos para la ventaja competitiva	64
Figura N° 2.6: Conversión de US\$ a \$	73

Figura N° 2.7: Paso 1 de muestreo de MIL STD 105D	74
Figura N° 2.8: Paso 2 de muestreo de MIL STD 105D	75
Figura N° 2.9: Indicador respecto a la producción defectuosa	79
Figura N° 2.10: Indicador respecto al nivel de averías de equipo	80
Figura N° 2.11: Curva de optimización para el costo de la calidad	82
Figura N° 2.12: Pasos para implementar el AMFE al interior de la organización	84

INDICE DE TABLAS **XI**

Tabla N° 2.1: Formato aplicación Metodología AMFE	34
Tabla N° 2.2: Cuadro de clasificación según la probabilidad de ocurrencia	36
Tabla N° 2.3: Cuadro de clasificación según la gravedad o severidad de la falla	38
Tabla N° 2.4: Cuadro de clasificación según la probabilidad de no detección	39
Tabla N° 2.5: Formato para cálculo de costos en la calidad a partir del AMFE	45
Tabla N° 2.6: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre las el(los) producto(s) de la organización	47
Tabla N° 2.7: Cuadro cuestionario respecto a	48

consideraciones sobre las políticas de la organización	
Tabla N° 2.8: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre los procedimientos de la organización	49
Tabla N° 2.9: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre los costos de la organización	50
Tabla N° 2.10: Intervalo de puntuación de cuestionario	50
Tabla N° 2.11: Ficha técnica de un indicador	59
Tabla N° 2.12: Bitácora General	67
Tabla N° 2.13: Bitácora General	68
Tabla N° 2.14: Desarrollo de la Metodología AMFE	70
Tabla N° 2.15: Cálculo en el costo de la calidad en proceso de Etileno a partid del AMFE	72
Tabla N° 2.16: Tabla resumen de la estimación de costos en la calidad	76
INDICE DE ANEXOS	XII
ANEXO 1: Organigrama de la ENAP	88
ANEXO 2: Organigrama de ERBB	89
ANEXO 3: Mapa de procesos de ERBB	90
ANEXO 4: topología de costos dentro de los costos en la calidad	91
ANEXO 5: Desarrollo cuestionarios sobre los costos en la calidad	92

CAPITULO 1 GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN GENERAL

A través de la historia del mundo han ocurrido diversos acontecimientos en todo orden de cosas, los que fundamentalmente en el siglo XX se han visto marcados por transformaciones aceleradas en la economía, la cultura y en el plano tecnológico. Comenzando en la segunda mitad del siglo XXI, enfocándonos en el desarrollo que ha ido experimentando el área de los negocios, se reconoce la importancia de definir estrategias que permitan guiar las operaciones de las organizaciones¹. Desde éste foco, las empresas se han ido esforzando por identificar ventajas competitivas² a través de las unidades de negocio, que les permitan diseñar, aplicar y correlacionar técnicas de planificación, evaluación y control; desarrolladas en torno a procesos cada vez más complejos y tecnologizados, con el fin de reaccionar mas rápido a los cambios del mercado y volverse mas rentables a través del tiempo.

Dicho lo anterior, se torna imprescindible consolidar las unidades de negocio al interior de las organizaciones y por ello tiene sentido que la(s) ventaja(s) competitiva(s) desarrollada(s) puesta(s) en práctica, sea(n) pilar(es) para la orientación de las estrategias para su sustentabilidad³. Es así como las principales

1 En este estudio, la organización será entendida como el conjunto de recursos humanos, financieros y físicos dispuestos para realizar actividades que apunten a una meta en común. De acuerdo al contexto puede referirse a una empresa o a un área de esta.

2 De acuerdo el modelo de ventaja competitiva de Michael Porter, la estrategia competitiva toma acciones ofensivas o defensivas para crear una posición sustentable y defendible en la industria, con la finalidad de hacer frente, con éxito, a las fuerzas competitivas y generar un retorno sobre la inversión. Lo anterior equivale a la base del desempeño (sobre el promedio), dentro de una industria.

3 Capacidad de un sistema para desarrollarse con los propios recursos, de manera tal que su funcionamiento no dependa de fuentes externas, sin que ello signifique que estas no se consideren.

empresas del mundo, entre ellas las del ámbito petrolero, han comprendido esta realidad y en el último tiempo hemos sido testigos de fuertes movimientos tendientes a la conformación de alianzas estratégicas entre estas y de la diversificación de sus negocios.

En nuestro país, la Empresa Nacional del Petróleo ENAP ha sido por años el único productor de hidrocarburos y derivados de la refinación de petróleo, por tanto ha gozado de cierta estabilidad respecto a la matriz energética. En este sentido, las barreras de entrada al mercado nacional frente a los productos importados se encuentran establecidas por requerimientos de calidad, medio ambientales y sociales, aspecto en que la ENAP ha basado un segmento de sus estrategias para poder posicionarse en el tiempo, lo que por otro lado, ha beneficiado a sus clientes y al país.

Hoy en día se ha vuelto muy complejo reconocer las ventajas competitivas que pueden desarrollarse al interior o en el entorno de una organización. Esto repercute de la siguiente manera: en vez de establecer y fortalecer barreras de entrada para la competencia, estas se derriban. Las causas de esta detonante, particularmente para la Enap, han sido el condicionamiento del dinamismo del mercado de los hidrocarburos generado, por un lado: por el movimiento ambientalista, en especial en EE.UU., emigrar hacia la búsqueda de productos de mejor calidad y menos contaminantes. Por otro lado las pugnas entre países por los recursos energéticos no renovables ha ido desincentivando la iniciativa de capitalistas por explorar e invertir en explotación, lo cual repercute en que las empresas que ya son parte de ésta cadena, tengan que hacerlo con mayor competitividad⁴. En vías de sostener esta competitividad, asumiendo su rol de empresa impulsora de energía en Chile, la ENAP se ha comprometido para ejecutar el “Programa País de Eficiencia

4 Entendida como la “búsqueda de la excelencia en la generación de bienes y servicios por parte de una empresa o país, de tal modo que éstos sean preferidos por sobre la competencia”.

Energética”. En el desarrollo de esta Política, la empresa ha desempeñado un papel fundamental, por cuanto ha asumido el liderazgo en dos frentes: responder a la mayor demanda en especial del diesel, para compensar la escasez de gas natural Argentino; y encabezar importantes proyectos de inversión para diversificar la matriz energética nacional.

Actualmente la ENAP se encuentra conformada por dos Líneas de Negocios (**LN**) bajo la Gerencia General. Dicha estructura le permite operar y gestionar en dichos frentes: Línea de Negocios de Exploración y Producción (**E&P**), esta constituye todo el negocio del upstream⁵, y Línea de Negocios de Refinación y Logística (**R&L**), la cual agrupa todo el negocio del downstream⁶. Dentro de este contexto, Enap Refinerías Bio Bio (**ERBB**) es parte de la LN de R&L, y es en dicho lugar en donde se realizó este estudio, el cual consiste en proponer un Modelo de Gestión Estratégica de soporte para la confiabilidad operacional de la Planta de Etileno extendible a toda la Organización..

1.1 BASES DEL ESTUDIO

El presente apartado presenta la definición de la línea base del estudio a realizar. Bajo un enfoque multidimensional, no es recomendable mirar las cosas por separado. A partir de esta premisa, a continuación se presenta la misión institucional de La Enap, la cual expresa que la empresa debe:

5 Upstream: Término utilizado en la industria energética para referirse al negocio entorno a las actividades que se requieren para obtener, en este caso, el crudo o el gas desde su fuente natural. Del inglés se traduce como “agua arriba”.

6 Downstream: Término utilizado en la industria energética para referirse al negocio entorno a las actividades que se requieren para refinar y llevar hasta el consumidor, como productos terminados, el crudo y el gas, obtenidos en el Upstream. Del inglés se traduce como “agua abajo”.

*“Desplegar toda la capacidad de creación de valor en la cadena del negocio de hidrocarburos y otras fuentes energéticas primarias, siendo actor clave en el soporte energético del país. **Cumplirá su propósito desarrollando procesos, productos y servicios de excelencia**, gestionando el talento y compromiso de sus trabajadores, distinguiéndose por el desarrollo de las personas y sus relaciones laborales, por un modelo de gestión participativo, por la calidad de sus asociaciones, por su responsabilidad social empresarial y por su compromiso con el medio ambiente”.*

Por otro lado, es importante además estudiar la visión de la organización. Esta expresa que La Enap es una:

*“Empresa energética, cien por ciento del estado de Chile, líder en el sector nacional de hidrocarburos, internacionalizada e integrada en toda la cadena del negocio del petróleo y gas, posicionada competitivamente en los mercados de combustibles de América Latina, promotora de alianzas estratégicas y asociaciones con terceros que le aporten escala y complementariedad al negocio y **comprometida con un desarrollo sostenible**, considerada por sus trabajadores como un gran lugar para trabajar”.*

Para cumplir con su visión, ENAP aplica un Plan Estratégico de Negocios, cuya meta principal es aumentar su valor como empresa en 50% para el período 2007-2011 e invertir hasta US\$ 4.500 millones hacia fines del año 2011.

Ya reconocidas la misión y visión de la empresa, es clave establecer las interrelaciones entre las directrices expuestas con los requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad (**SGC**) en términos de la política de calidad de (**ERSA**)⁷, la cual expresa que:

⁷ Enap Refinerías S.A. Sociedad que administra conjuntamente a Enap Refinerías Bio Bio ERBB y a Enap Refinerías Aconcagua ERA.

“La LN-R&L Enap Refinerías S.A. y la Gerencia Comercial de Enap, asumen el compromiso de refinar, almacenar, transportar y comercializar hidrocarburos y sus derivados que satisfagan las expectativas y requerimientos acordados con sus clientes⁸ en calidad, cantidad y oportunidad.

Adoptan y mantienen un SGC orientado a ejecutar y desarrollar sus procesos bajo un esquema de mejoramiento continuo tendiente a aumentar su confiabilidad y competitividad en el mercado

Promueven la seguridad operacional y de las personas y el cuidado del medio ambiente.

Asumen la responsabilidad permanente de velar por las competencias y el desarrollo integral de su personal, buscando mantener su motivación y compromiso con la calidad y con el crecimiento sustentable de la empresa”.

Ya definidos los elementos fundamentales para establecer la base del estudio, en los próximos capítulos se formulará una estrategia para orientar la aplicación del Modelo de Gestión, soportada por las directrices anteriormente expuestas. A su vez, es muy importante definir además el concepto de Confiabilidad dado que al Modelo propuesto se le ha dado ese enfoque.

Podría señalarse entonces que la confiabilidad Operacional está basada sobre una aproximación de sentido común hacia la excelencia empresarial. Esta no es una fórmula mágica para triunfar ni un juego de palabras, sino simplemente **introduce una aproximación sistemática hacia la remoción de las causas de fallas y los actores de mala confiabilidad que afectan los procesos críticos y la rentabilidad total de una organización, por medio de una cultura de acción preventiva y correctiva.**

⁸ Cliente interno es el que suministra servicios o productos a otro cliente al interior de la organización. El cliente externo es el cliente que recibe el resultado total de los procesos, es el consumidor final.

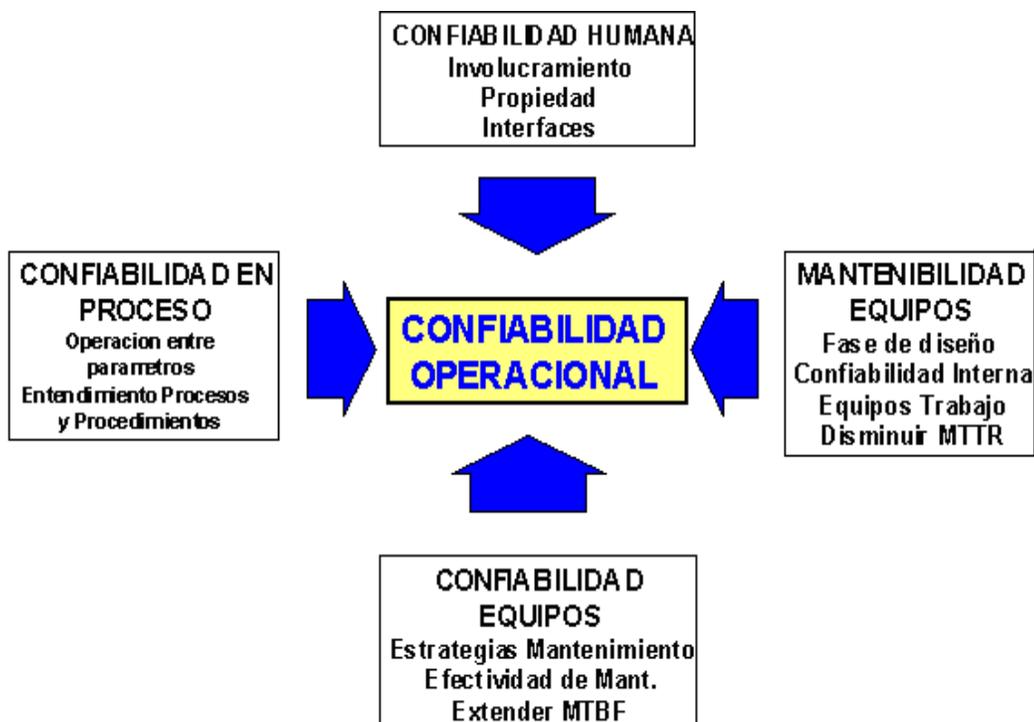


Figura N° 1.1: La Confiabilidad Operacional – Fuente: elaboración propia

Como vemos la CO tiene cuatro entradas mayores, sobre las cuales se debe actuar si se requiere un mejoramiento continuo sostenido a largo plazo. Este proceso denominado Mejoramiento en la Confiabilidad Operacional (MCO) genera cambios en la cultura de la organización haciendo que esta se convierta en una organización diferente con un amplio sentido de la productividad, con una visión clara del negocio y gobernada por hechos y acciones. Cualquier hecho aislado de mejora en alguno de los cuatro frentes de CO puede traer beneficios, de hecho los trae, **pero al no tomar en cuenta los demás factores es probable que estos sean limitados y/o diluidos en la organización y pasen a ser solo el resultado de un proyecto y no de una transformación.**

En el mundo occidental sabemos que existen fronteras muy definidas entre producción, mantenimiento, recursos humanos, ingeniería, etc. Esto también aísla los

proyectos de mejoramiento y estos todo el tiempo chocan con la necesidad de que su "vecino" colabore.

Pues bien, algunos se están atreviendo (afortunadamente el número crece) y lo que parecía al principio un mundo industrial utópico, comienza a aparecer en algunas empresas (como es el caso de Lan Chile), donde está reinando un ambiente festivo de trabajo en equipo, que involucra desde mantenimiento hasta ingeniería y desde despacho hasta compras, **donde los problemas son vistos como oportunidades de mejora y son resueltos según su nivel de impacto o significancia en el negocio y no en función de jerarquías**, donde el adiestramiento obedece a las necesidades de la empresa y no a deseos individuales, donde cada quien acepta sus responsabilidades sobre la productividad, entre otras cosas.

Esto significa soporte gerencial de alto nivel y convencimiento de que no es una tarea fácil ni a corto plazo, donde se debe hacer una inversión en capacitación, tiempo, dinero y recursos y donde los resultados superan con creces las predicciones. A modo de ejemplo: "En Petróleos de Venezuela en pleno proceso de expansión petrolera, donde se busca el aumento de producción mediante la apertura de nuevos pozos, en algunas áreas se están buscando los "pozos escondidos" que en este caso significan la ubicación y solución de problemas que están limitando la capacidad de producción instalada, permitiendo esto el aumento de producción sin perforar ningún pozo adicional, el resultado de esto significó 20.000 barriles adicionales al año, sin perforar ni un solo centímetro y con un equipo de trabajo de cinco personas durante seis reuniones".

1.2 ORIGEN DEL TEMA

La idea de desarrollar un modelo de gestión estratégica para atacar el problema de la confiabilidad y seguridad operacional asociada a la ocurrencia de eventos operacionales en procesos de la Planta de Etileno, obedece a la necesidad del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) por dirigir sus esfuerzos a optimizar la gestión y proyectarle de forma concreta la mejora continua a la organización, en este caso a través del estudio de una unidad en particular y por medio de la proposición de un Modelo de gestión. Con punto de partida en esta premisa, se propone utilizar la información que proviene de una matriz denominada “bitácora general” la cual es un registro de actividades y sucesos relacionados a eventos diarios de la operación de todas las plantas y procesos operativos de la empresa.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

Establecer una forma concreta y sistemática que permita alinear la gestión que desempeñan los administradores y participantes del Sistema de Calidad, respecto a un segmento de necesidades que se expresan en la política de calidad, la misión y la visión de la empresa, de donde se desprende que los procesos deben ser desarrollados bajo un esquema de mejoramiento continuo tendiente a aumentar la confiabilidad y seguridad operacional.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer un Modelo de gestión estratégica que apunte a la confiabilidad y seguridad operacional de la Planta Etileno como proceso elegido aleatoriamente, expandible a la organización completa.

Tendencia futura del objetivo general: apuntar a una gestión para la optimización de la confiabilidad y seguridad operacional a través del tiempo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer un Plan de acción claro a través de la Metodología AMFE que permita registrar y gestionar con la información relacionada a las causas, efectos, acciones preventivas/correctivas y responsables, frente a la ocurrencia de eventos operacionales en la Planta.
- Calcular los costos en la calidad de la Planta a partir del desarrollo de la Metodología AMFE y contrastarlos con una estimación realizada a partir de un análisis de percepciones.
- Establecer un set de indicadores que permitan controlar distintos estados y variables relacionadas a los eventos operacionales.

1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO

El horizonte de información para realizar la estimación y cálculo de los costos de la calidad respecto a los eventos operacionales sucedidos en la Planta de Etileno, será en base a la matriz “Bitácora General” proporcionada y elaborada por la División Turnos de la Refinería. Se trabajará en el análisis de datos a partir de seis meses de operación, comprendido entre el mes de Septiembre del año 2008 y el mes de Febrero del año 2009.

1.6 METODOLOGÍA PROPUESTA

El marco teórico expuesto en el capítulo siguiente será aplicado a través de un Modelo de Gestión, el cual contempla la definición de una estrategia que permita orientar la implementación del proyecto y sostenerlo a través del tiempo. Además la metodología a desarrollar focaliza el trabajo hacia la estimación del grado de significancia de los eventos operacionales seleccionados a partir de la “Bitácora General” y contempla un análisis causa-efecto a través de criterios sugeridos por la División Aseguramiento de Calidad. Finalmente se realizará la estimación y cálculo de los costos en la calidad de la Planta de Etileno, para la posterior construcción de los indicadores de gestión.

DESCRIPCIÓN:

La actividad inicial del estudio corresponde a la formulación de una estrategia horizontal⁹, la que se orientará hacia la confiabilidad y seguridad operacional. Posteriormente se hará una clasificación según grado de significancia de los eventos operacionales estudiados; registrados en la matriz “Bitácora General”. Posteriormente se realizará un análisis causa - efecto a partir de cada evento operacional, por medio de la metodología AMFE. Luego se estimarán los costos de calidad de la Planta de Etileno a través de un análisis de percepciones de los trabajadores en base al desarrollo de una encuesta, cuyo fin es transformar los valores asociados a las preguntas en resultados numéricos, que puedan ser contrastados con los reales costos de calidad de la Planta, con base en la aplicación de la Metodología AMFE. Finalmente se elaborará un par de indicadores que

9 La estrategia horizontal se expresa en términos de un conjunto de objetivos coherentes a largo plazo y de programas de acción que apuntan a la identificación y explotación de interrelaciones entre unidades de negocio distinta pero relacionadas.

permitan controlar el estado de avance de algunas variables críticas para la gestión de la confiabilidad operacional.

El Modelo de Gestión Estratégica propuesto se muestra en la imagen a continuación. Este contempla la aplicación del marco teórico de acuerdo a la problemática que se presenta en el capítulo presente. El Modelo comienza con la formulación de una estrategia horizontal a partir de la misión, visión y política institucional, en donde la ventaja competitiva identificada corresponde al elemento diferenciador para la aplicación. Posteriormente se filtra la información proveniente de la Bitácora General en donde se describen los eventos operacionales de la Refinería completa y se trabaja solo con los datos relacionados al Proceso de Etileno. La actividad siguiente es desarrollar en paralelo la Metodología AMFE en la cual se analizan las causas - efectos de los eventos asociados y el cuestionario para la estimación de los costos en la calidad. A partir del AMFE se calculan los costos y a partir del cuestionario, se estiman. Luego, se comparan los resultados y se discute respecto a la aplicación de las herramientas anteriores para diseñar indicadores de gestión a fin. Finalmente, la empresa decide si traspasa el modelo conceptual realizado al soporte SAP.

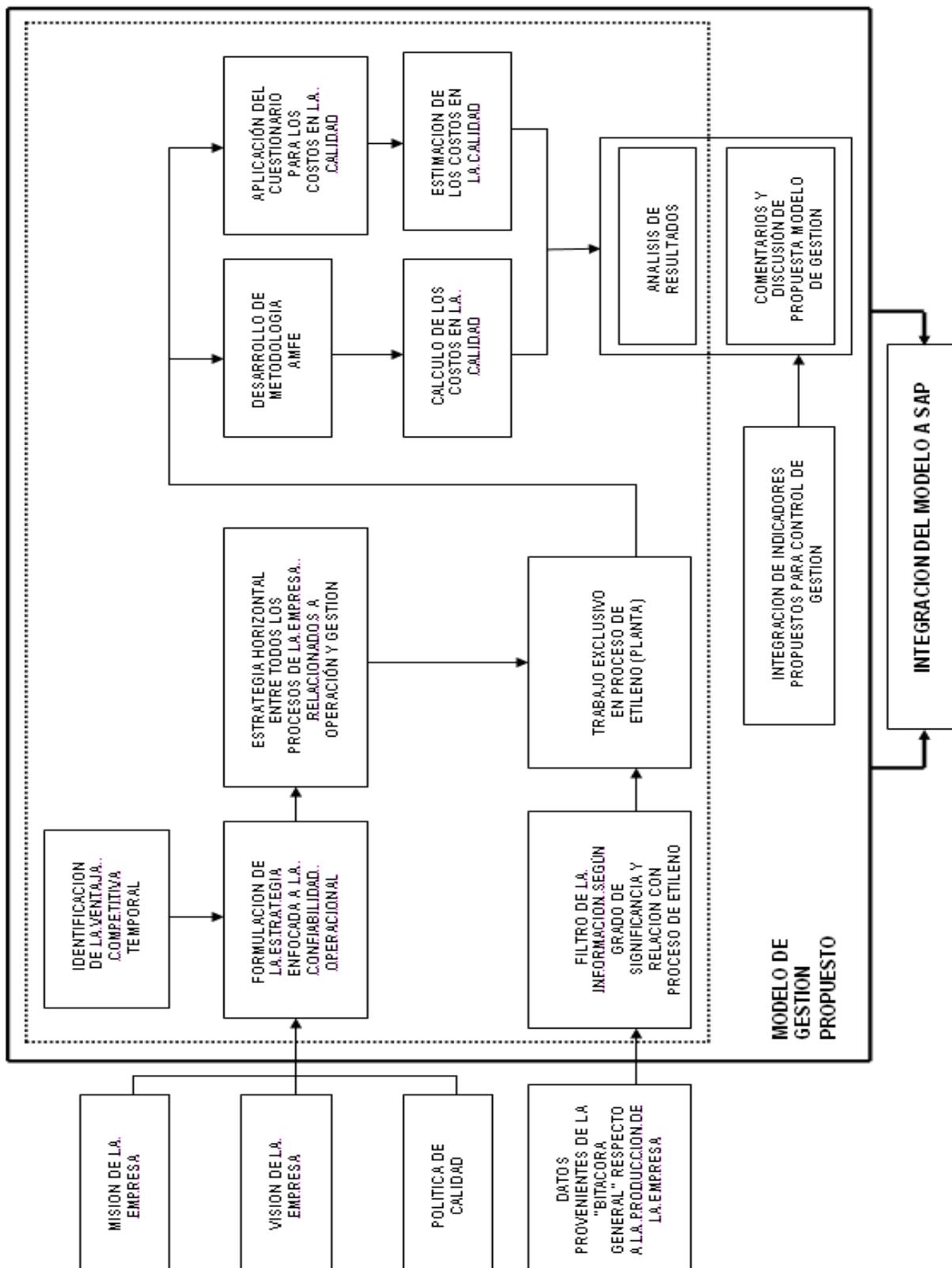


Figura N° 1.2: Modelo de Gestión Estratégica – Fuente: elaboración propia

1.7 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

En esta etapa del trabajo se expone información vinculada con la empresa, desde la estructura organizacional hasta la descripción de la Planta de Etileno, lugar en donde se ha dirigido la propuesta solución al problema que se plantea en el capítulo siguiente.

1.7.1 ENAP

La ENAP, Empresa Nacional del Petróleo fue creada el 19 de junio de 1950 por el Estado de Chile. Su giro comercial es la exploración, producción y comercialización de hidrocarburos y sus derivados, lo cual realiza tanto en Chile como en el extranjero. ENAP constituye una red de negocios en el campo del petróleo, el gas natural y otros productos energéticos como el Gas Natural Licuado. Actualmente se encuentra estructurada por dos Líneas de Negocio (LN) bajo la Gerencia General: Línea de Negocios de Exploración y Producción (E&P) de petróleo crudo y gas natural, la cual agrupa en una estructura de gestión integrada, todo el negocio del upstream; y Línea de Negocios de Refinación y Logística (R&L) de combustibles y otros productos derivados del petróleo, la cual contiene al negocio del downstream. En el Anexo 1 se presenta el organigrama de ENAP, pagina 88.

Como se ha mencionado anteriormente, ENAP participa en la exploración y producción de hidrocarburos y en las siguientes etapas de la cadena productiva: refinación, transporte, almacenamiento y comercialización de los productos derivados del petróleo. De estas actividades, una parte substancial de las operaciones de la empresa corresponde a la refinación y comercialización de sus productos en Chile, liderando con una participación de mercado que históricamente ha fluctuado en torno al 80%.

El abastecimiento de petróleo crudo Enap lo obtiene mayoritariamente de países de Sudamérica y África, siendo los principales proveedores Brasil, Perú, Ecuador, Turquía y Angola. Otras fuentes relativamente regulares son Nigeria y Azerbaiyán.

1.7.1.1 CARACTERIZACIÓN DE ENAP POR LINEAS DE NEGOCIOS

1.7.1.1.1 NEGOCIO UPSTREAM

La Línea de E&P está conformada por la filial ENAP Sipetrol S.A. y por los activos de ENAP en Magallanes. Entre sus actividades principales se cuentan la firma de nuevos contratos en las áreas de mayor influencia, el incremento de las reservas, la evolución de la producción de petróleo y gas natural respecto a las metas propuestas y, en especial, generar nuevas fuentes de valorización para la empresa.

ENAP fue la primera compañía pública del país en extender sus operaciones fuera de Chile. Para ello fundó en mayo de 1990 Sipetrol S.A. (hoy ENAP Sipetrol S.A.), con el fin de explorar y explotar yacimientos de hidrocarburos en el extranjero.

1.7.1.1.2 NEGOCIO DOWNSTREAM

La Línea de Negocios de Refinación y Logística (R&L) , es el área de ENAP encargada de desarrollar las actividades relacionadas con la producción de combustibles y otros productos derivados del petróleo (solventes, bases para fabricación de asfaltos, etileno y otros productos petroquímicos), además de realizar el manejo de la infraestructura logística para el transporte y almacenamiento de éstos. Pertenecen a la Línea de Negocios de R&L de ENAP, la filial ENAP Refinerías S.A. (ERSA), con sus refinerías Aconcagua (ERA) y Bío Bío (ERBB); y la Refinería

Gregorio, la más austral del mundo, ubicada en la boca oriental del Estrecho de Magallanes.

1.7.1.1.3 OTROS NEGOCIOS

1.7.1.1.3.1 PROYECTOS EN EL CAMPO DE LA GEOTERMIA

El 6 de abril del año 2005 ENAP suscribió un acuerdo con la compañía italiana Ente Nazionale per l' Energía Eléctrica (**ENEL**), para el desarrollo de proyectos de exploración y producción de recursos de geotermia en Chile. La operación se llevó a cabo mediante la firma de un contrato de compraventa de acciones, por el que ENEL adquirió para sí el 51% de la Empresa Nacional de Geotermia (ENG), sociedad en la que ENAP posee el 49% restante.

En lo inmediato, el acuerdo implica el desarrollo de actividades de exploración y producción de recursos de geotermia en las concesiones de Calabozo (VII Región) y Chillán (VIII Región), ambas ubicadas en la precordillera sobre los 1.200 metros de altitud. Sobre la base de la Ley de Concesiones de Energía Geotérmica N° 19.657, promulgada el 7 de enero del año 2000, se permite la participación de ENAP en esta industria, formando parte de sociedades destinadas al desarrollo de este negocio, con una participación hasta del 49%.

1.7.1.1.3.2 PROYECTO SUSTENTAMIENTO DE GAS NATURAL

El proyecto de Gas Natural Licuado GNL que impulsa ENAP, en conjunto con Endesa Chile, Metrogas y BG Group, consiste en la construcción de infraestructura básica para permitir la importación de GNL desde mercados externos, y distribuirlo en Chile como gas natural en estado gaseoso. Por lo tanto, este proyecto considera la instalación de una terminal marítima para recibir el GNL que transportan buques-

tanque, y una planta para regasificarlo y posteriormente distribuirlo a través de gasoductos ubicados en la zona central, en los terrenos pertenecientes a Enap Refinerías S.A., en la bahía de Quintero (sector El Bato). El Proyecto de GNL tuvo un costo de US\$ 940 millones, el que entrará en funcionamiento en el mes de Junio del presente año. Esta fuente proveerá de gas natural al país a precios competitivos y en forma permanente, ya sea para alimentar centrales eléctricas de ciclo combinado, calderas industriales y consumos comerciales y residenciales, a través de Metrogas, Energas y GasValpo. Por otro lado, la información geológica en poder de ENAP muestra que es posible encontrar nuevas reservas de gas natural en el área de Lago Mercedes, ubicada a 116 kilómetros al sureste de Porvenir, en el sector oriental de la isla de Tierra del Fuego, y también en el área continental de Magallanes, específicamente en los bloques Dorado-Puerto Sara, Punta del Cerro y Riquelme-Manzano.

1.7.1.2 ENAP REFINERIAS S.A. ERSA

ENAP Refinerías S.A., es una filial de ENAP que comenzó a operar el 1 de enero del año 2004, producto de la fusión de las Refinerías Petrox S.A. y RPC S.A. Estas dos empresas que hasta entonces operaban como sociedades independientes, pasaron a llamarse ENAP Refinerías Bio Bío (ERBB) y ENAP Refinerías Aconcagua (ERA) respectivamente, y sus activos quedaron en manos de ENAP Refinerías S.A. ERSA. A partir de esta fusión, la nueva empresa se convirtió en la mayor compañía de refinación de petróleo de la costa Pacífico de Sudamérica, con una capacidad de refinación de 220.000 barriles diarios, equivalentes a 35.200 metros cúbicos de petróleo. Los accionistas de ENAP Refinerías S.A. son ENAP y la Corporación de Fomento de la Producción CORFO con participaciones de 99,96% y 0,04% respectivamente en el capital social de la sociedad.

1.7.1.2.1 CARACTERIZACIÓN DE ERBB

ERBB se ubica en la Comuna de Hualpén, Octava Región, y en torno a ella se levanta el más importante complejo petroquímico y energético del país, con alrededor de veinte industrias que operan con materias primas aportadas por ésta. Actualmente tiene una capacidad de procesamiento de crudo de 18.000 metros cúbicos/día, lo cual equivale a una producción de 112.500 barriles diarios. En el Anexo 2 se presenta el organigrama de ERBB, pagina 89.



Figura N° 1.3: Vista panorámica la Refinería – Fuente: ERBB

1.7.1.2.1.1 PLANTA DE ETILENO

Partiendo de subproductos gaseosos de la refinería, etano, propano, butano, gas, gasolina natural y petróleo crudo, se prepara industrialmente el etileno, que constituyen una materia básica en la fabricación de gran número de productos petroquímicos de interés industrial.



Figura N° 1.4: Vista desde Planta de Etileno – Fuente: ERBB

Esta Unidad produce principalmente gases livianos, LPG, etileno, propileno y gasolina alto octanaje. El etileno se envía por tuberías hasta la planta de Petrodow donde se transforma en polietileno. El propileno se usa como carga para la planta de Polipropileno de Petroquim. Esta unidad recibe como carga gasolina de topping, nafta o una mezcla de ambas.

Bajo el enfoque de la Gestión por procesos, el Proceso de Etileno estaría interrelacionado con los procesos que se muestran en el Mapa de procesos. En el Anexo 3 se presenta el mapa de procesos, pagina 90¹⁰.

1.8 SOBRE LOS SIGUIENTES CAPITULOS

El segundo capítulo aborda el planteamiento del problema a solucionar y contiene todo el marco teórico del estudio. En primer lugar se contraponen los conceptos de gestión y estrategia. Por otro lado aborda toda la sistemática sobre la

10 Intranet Corporativa y documentos oficiales de la Refinería.

implementación de la metodología AMFE en una organización. En su parte final trata acerca de los costos en la calidad de una empresa y del control sobre éstos.

El tercer capítulo aborda toda la propuesta de solución a la problemática expuesta en el segundo capítulo. Ofrece la aplicación de todo el marco teórico, contemplando el desarrollo conceptual de los objetivos del proyecto.

CAPÍTULO 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y MARCO TEORICO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agitado ritmo del sector, sumado a los acelerados cambios producidos en las prácticas organizacionales y en el Knowledge¹¹ durante el último tiempo, son razones más que suficientes para que ERBB haya considerado ingresar en un proceso de desarrollo de agentes de adaptación¹². Ello permitirá responder con mayor movilidad al dinamismo del entorno, proliferando el desarrollo de proyectos e implementación de sistemas y herramientas de gestión cuyo objetivo central es la optimización de las actividades, a través de la planificación, la organización, la dirección y el control.

Específicamente este proyecto se encuentra orientado a establecer un Modelo de Gestión Estratégica que permita atacar la problemática de la Confiabilidad Operacional al interior de la Empresa y provocar un cambio en la cultura organizativa. Existen factores externos como la volatilidad en el precio de los hidrocarburos y como la alta dependencia en el suministro energético que condicionan el funcionamiento óptimo de ciertas actividades que causan un impacto directo en el margen de utilidad de la organización, por tanto, es necesario producir ajustes internos como el cambio de la cultura organizacional, como la adopción de prácticas de trabajo más eficientes, como establecer un mayor análisis en la toma de decisiones de acuerdo a las herramientas y recursos disponibles, entre muchos otros. En vista de lo anterior, Se han detectado requerimientos claves expresados por la compañía, es decir, existen necesidades y es importante cubrirlas lo más

11 Intelecto de la organización.

12 Agentes o fuerzas que pueden cambiar el patrón de las tendencias con el propósito de adaptarse al entorno.

pronto posible. Estas necesidades hablan de ofrecer productos y desarrollar servicios de excelencia, de realizar procesos que mejoren de forma continua, de comprometerse con el desarrollo sostenible y lo cierto es que para poder suplirlas, un punto fuerte a atacar es la confiabilidad y seguridad en la operación. A continuación, se presenta un bosquejo del problema.

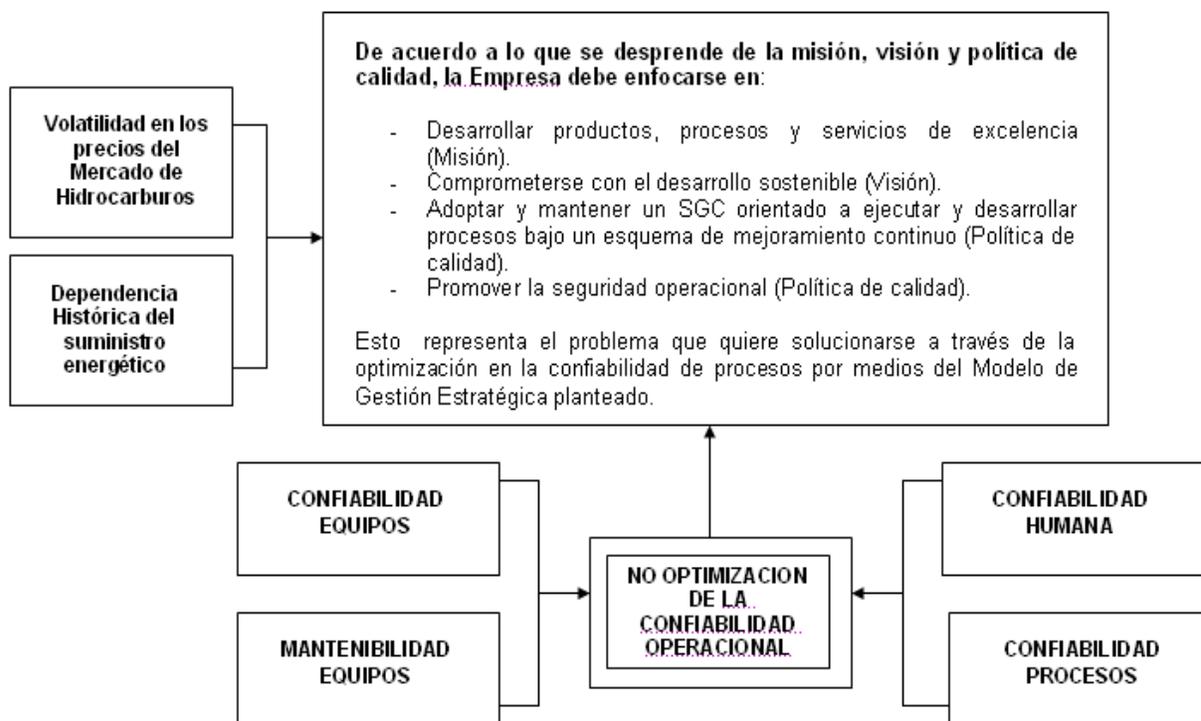


Figura N° 2.1: Planteamiento del problema – Fuente: elaboración propia

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 GESTION Y ESTRATEGIA VAN DE LA MANO

INTRODUCCION

Si bien es cierto, “no existe libro alguno que haya abordado en detalle la naturaleza de las tareas estratégicas que deben llevarse a cabo a nivel organizacional”, autores como A. Hax, N. Majluf, Michael Porter, Robert Kaplan y David Norton, entre muchos otros, han incorporado el tema dentro de sus planteamientos teóricos, reconociendo su relevancia vital para definir las directrices de las organizaciones. Considerando lo anterior, en este apartado se presenta un marco teórico que permitirá desarrollar el Modelo propuesto en el capítulo anterior.

2.2.1.1 LA GESTION

El concepto de gestión en el mundo de los negocios, es conocido como Management, término que puede ser definido como “un grupo de técnicas orientadas a la puesta en práctica de las funciones de organización, planificación, dirección y control eficiente, respecto a las operaciones de una empresa”.

Diversos autores, considerando la definición anterior para la tarea de gestión, es que en la actualidad vienen desarrollando una fuerte difusión de los principios y conceptos considerados como fundamentales en dos modelos de gestión reconocidos como ISO 9001¹³ y el modelo EFQM de Excelencia Empresarial. Entre

13 La Norma ISO 9001 ha sido elaborada por el Comité Técnico ISO/TC176 de ISO Organización Internacional para la Estandarización y especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. La norma ISO 9001

estos principios ocupa un lugar muy destacado la gestión con un enfoque por procesos o *Business Process Management BPM*, que permite a las organizaciones identificar indicadores para poder evaluar el rendimiento de las distintas actividades que se llevan a cabo, no solo consideradas de forma aislada, si no formando parte de un conjunto estrechamente interrelacionado. La gestión por procesos es una forma de organización diferente a la clásica organización funcional. Aporta herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo del trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades del cliente por sobre las actividades de la organización. Es importante recordar que los procesos son realizados por personas y para las personas, es decir, los resultados obtenidos de los procesos, llámense productos o servicios los reciben también personas.

¿Para qué la gestión por procesos?

- Facilita la mejora continua de las actividades desarrolladas.
- Permite reducir la variabilidad innecesaria más claramente.
- Ayuda a eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de actividades.
- Optimiza el empleo de los recursos.

Ahora, la pregunta que sigue es: ¿qué es un proceso?, puesto que constituyen el eslabón fundamental de la gestión enfocada a ellos. La palabra proceso viene del latín *processus*, que significa avance y progreso. Un proceso es el conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas que se caracterizan por requerir inputs de entrada (productos o servicios obtenidos de proveedores externos o internos) y tareas específicas que se traducen en valor agregado, con la finalidad de obtener resultados outputs entregados a clientes (internos o final).

tiene origen en la norma BS 5750, publicada en 1979 por la entidad de normalización británica, la [British Standards Institution] (BSI). La versión actual de ISO 9001 (la cuarta) data de noviembre de 2008, y por ello se expresa como ISO 9001:2008.

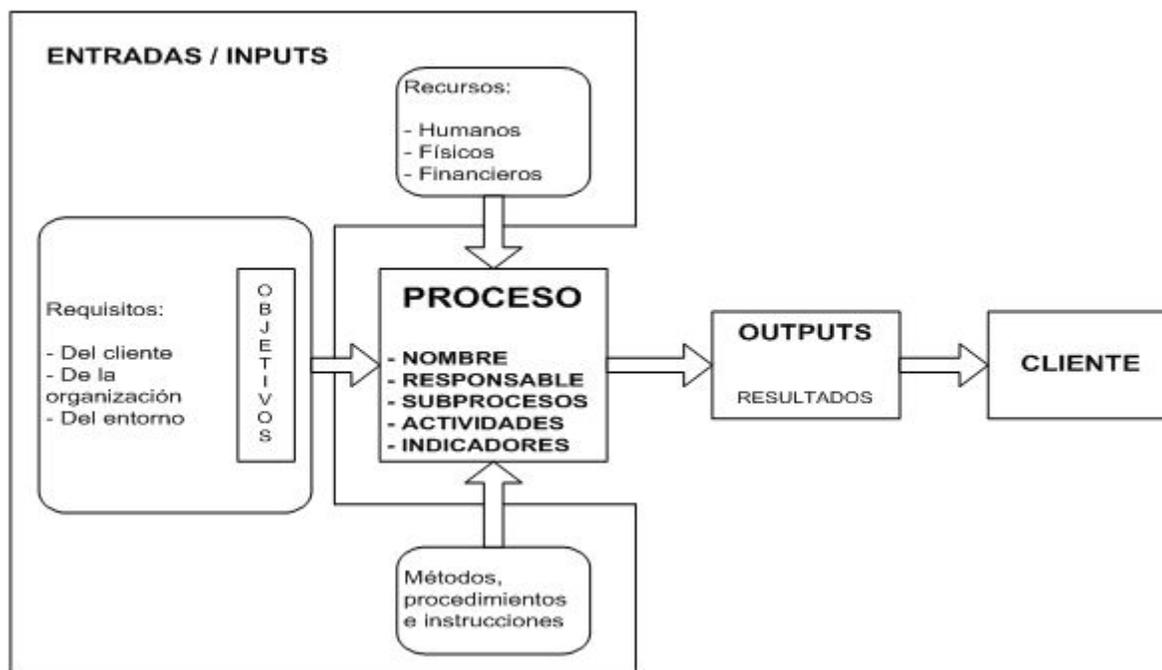


Figura N^o 2.2: Estructura de un proceso – Fuente: elaboración propia

TIPOS DE PROCESOS

- **Procesos Claves:** Son aquellos que afectan de modo directo la generación del producto o prestación del servicio y por tanto a la satisfacción del cliente.
- **Procesos Estratégicos:** Son aquellos que permiten desarrollar e implementar las estrategias, tanto corporativas, organizativas como funcionales.
- **Procesos de Apoyo o Soporte:** Son todos aquellos que permiten la operación pero que sin embargo, no son factores claves para el funcionamiento de la organización ni para la agregación de valor.

2.2.1.2 LA ESTRATEGIA

La estrategia puede ser visualizada como un plan que debería permitir la mejor distribución de los recursos y medios disponibles a efectos de poder alcanzar los objetivos deseados. La esencia de la estrategia es decidir lo que no se hará. Es cierto que sin disyuntivas no habría necesidad de elegir y por tanto no se necesitaría estrategia, pues cualquier idea buena podría imitarse rápidamente. Lo cierto es que una estrategia puede definirse de acuerdo al enfoque que se utilice.

2.2.1.2.1 LA EFICACIA OPERATIVA NO ES LA ESTRATEGIA: ES NECESARIA PERO NO SUFICIENTE

El posicionamiento, que alguna vez fue considerado como la estrategia principal, se rechaza como demasiado estático para los cambiantes mercados y tecnologías del presente. Según el nuevo dogma, los rivales pueden copiar rápidamente cualquier posición de mercado y la ventaja competitiva es simplemente temporal y dinámica. Sin embargo, estas creencias están conduciendo a un número cada vez mayor de empresas por el camino de una competencia mutuamente destructiva. La causal del problema es la falta de distinción entre eficacia operativa EO y estrategia. Aunque las mejoras operativas resultantes de la aplicación de un notable número de herramientas gerenciales, han sido a menudo drásticas, muchas organizaciones se han visto frustradas por su incapacidad de convertir esas ganancias en rentabilidad sustentable, por ende, dichas herramientas han tomado el lugar de la estrategia.

La eficacia operativa significa ejecutar actividades similares “mejor” que los rivales. En contraste, la estrategia significa ejecutar actividades “diferentes” de los competidores, o ejecutar actividades similares en “formas diferentes”. Por tanto, el aumento constante de la eficacia operativa es necesario para lograr una rentabilidad superior; sin embargo, no es suficiente. Dicho lo anterior, con base en la ventaja

competitiva temporal y dinámica es que debe cimentarse una estrategia de posicionamiento sustentable para la organización ya sea desde arriba hacia abajo o de forma inversa.

2.2.1.2.2 UNA POSICIÓN ESTRATÉGICA SOSTENIBLE REQUIERE DISYUNTIVAS

Una posición estratégica, no es sostenible a menos que existan disyuntivas respecto a otras posiciones. Las disyuntivas se presentan cuando las actividades son incompatibles, es decir, una disyuntiva significa que para que exista más de una cosa se requiere menos de la otra. Las disyuntivas surgen de las mismas actividades, es decir: diferentes posiciones requiere diferentes ventajas competitivas, diferentes actividades, requiere: diferentes conductas del personal, otras habilidades, diferentes sistemas de administración, etc. También surgen disyuntivas a partir de la poca claridad en los límites de coordinación de las actividades y del control interno: al decidir la alta gerencia como competir, aclara las prioridades y evita confusiones en su personal.

Ahora se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué es la estrategia? Vemos que las disyuntivas agregan una nueva dimensión a la respuesta. La estrategia es hacer elecciones para competir. La esencia de la estrategia es decidir lo que no se hará. Sin disyuntivas no habría necesidad de elegir y por tanto no se necesitaría estrategia. Cualquier idea buena podría imitarse rápidamente y otra vez, el desempeño dependería totalmente de la eficacia operativa.

2.2.1.3 LA VENTAJA COMPETITIVA

Los autores A. Hax y N. Majluf propusieron un enfoque basado en los recursos de la empresa para explicar la ventaja competitiva. Es muy importante reconocer que esta ventaja es temporal y debe ser más que una filosofía, un proceso dinámico.



Figura N° 2.3: Elementos de la ventaja competitiva en el modelo basado en los recursos – Fuente: Estrategias para el Liderazgo competitivo – Arnoldo Hax, Nicolás Majluf

La figura ilustra la esencia del modelo basado en los recursos, en donde la ventaja competitiva surge cuando los recursos y capacidades que pertenecen exclusivamente a la empresa se aplican al desarrollo de competencias únicas. Tal

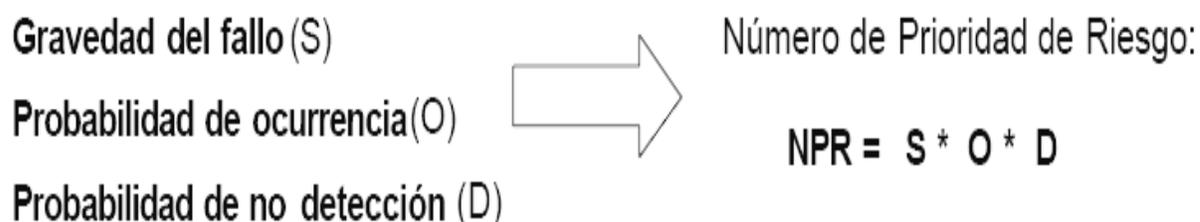
ventaja, puede ser sostenida a través de la falta de capacidad de sustitución e imitación por parte de las empresas competidoras. Finalmente, se creará un valor económico incremental en la empresa cuando los beneficios derivados de dichas ventajas sean retenidos en la cumbre de la organización, sin que entidades externas se apropien de ellos y el momento de la adquisición de los recursos y capacidades resulte tan oportuno que su costo no contrarreste el margen de ganancia resultante¹⁴.

14 Porter, E.M. 1990. La ventaja competitiva de las Naciones. 1º ed. Argentina, Vergara. 1025 p. / Aguilera C., M.A. 1999. Indicadores para la gestión estratégica del centro Corporativo de Enap. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Concepción, Universidad del Bio Bio, Facultad de Ingeniería. 158 p.

2.2.2 ANALISIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS

INTRODUCCIÓN

El (AMFE)¹⁵ o Análisis Modal de Fallas y Efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones preventivas/correctivas adecuadas a implementar para que se produzca la prevención o subsanación de las fallas ocurridas o por ocurrir. La idea fundamental es evitar que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente (según sea el caso, cliente interno o cliente externo (producto no conforme¹⁶)). Los términos que aparecen en el siguiente recuadro, son los llamados parámetros de evaluación. Más adelante se explicará cada uno de ellos y su participación dentro de la Matriz AMFE.



15 Esta metodología se emplea desde hace mas de 30 años en ingeniería , fue desarrollado por la NASA pensando en temas de seguridad

16 Que no cumple con alguna de las características implícitas o definidas por lo tanto debe de ser controlado e identificado para su uso o entrega no intencional.

OBJETIVOS DE APLICAR UN AMFE

- ✓ Conseguir la satisfacción del cliente.
- ✓ Introducir en la organización la filosofía de la acción preventiva/correctiva de forma concreta y sistemáticamente.
- ✓ Identificar los modos de falla que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, entre otros.
- ✓ Establecer para cada modo de falla, los medios y procedimientos de detección.
- ✓ Adoptar acciones preventivas y/o correctivas, de forma que se supriman las causas de falla del producto/proceso, en diseño o proceso.
- ✓ Valorar la eficacia de las acciones tomadas.

2.2.2.1 TIPOS DE AMFE

Se pueden distinguir dos tipos de AMFE según el marco de la gestión del proceso en donde se desarrolle:

AMFE de diseño (diseño de productos)

AMFE de proceso (diseño del proceso)

2.2.2.1.1 AMFE DE DISEÑO

Consiste en el análisis preventivo de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos.

2.2.2.1.2 AMFE DE PROCESO

Es el "Análisis de modos de fallas y efectos" potenciales de un proceso, para asegurar la calidad en su funcionamiento. En el AMFE de proceso se analizan las fallas del producto derivadas de las posibles fallas del proceso hasta su entrega al cliente (interno o externo). Se analizan, por tanto, las posibles fallas que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante. Hay que tener claro que la fiabilidad del producto final no depende sólo del AMFE del proceso final, sino también de la calidad del diseño de los elementos/componentes y de la calidad propia con que se hayan desarrollado los mismos. Sólo puede esperarse una fiabilidad óptima cuando se haya aplicado previamente un AMFE de diseño y un AMFE de proceso en proveedores externos e internos.

2.2.2.2 CONCEPTOS IMPORTANTES

2.2.2.2.1 MODO DE LA FALLA

Un modo de falla puede estar originado por una o más causas. Éstas, pueden ser independientes entre sí, tales como la A o la B de la figura N° 2.4. También pueden combinarse entre ellas, es decir, que el modo de la falla está condicionado a que se presenten ambas, como por ejemplo, C y D. Y por último, puede que las causas estén encadenadas como la E y F, es decir, la E no se presentará si no aparece antes de F. En este último caso, las causas pueden ser confundidas con los modos de la falla o los efectos y es natural, puesto que el Modo de la falla equivale a una causa secundaria o a un efecto primario. Por ejemplo, la vibración en un elemento mecánico (causa primaria) puede provocarle fatiga (modo de falla: causa secundaria o efecto primario), y ésta a su vez producir la rotura (efecto secundario o potencial), que el cliente detectará por medio de la inspección, controles preventivos

o en el momento que ocurra la falla. Esta secuencia de hechos se puede representar de la siguiente forma:

Vibración -> Fatiga -> Rotura -> Ruido

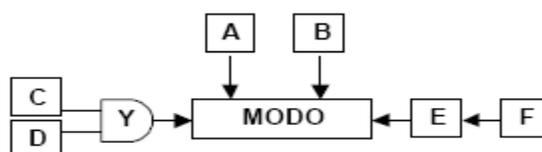


Figura N° 2.4: Ejemplo para la causa, modo de la falla y efectos

Lo más importante es establecer la secuencia de sucesos en el orden correcto para una mejor comprensión del problema y una adecuada valoración de los parámetros de evaluación, de los cuales se hablará a continuación.

2.2.2.2.2 Índice de Ocurrencia (O)

Evalúa la probabilidad de que se produzca el modo de la falla (probabilidad de ocurrencia) por cada una de las causas potenciales, en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Ocurrencia".

2.2.2.2.3 Índice de Gravedad (S)

Evalúa la gravedad del efecto, es decir, la consecuencia de que se produzca una determinada falla. La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Gravedad", y que es función de la mayor o menor insatisfacción del cliente producto de la degradación de la función o las prestaciones del servicio. Cada una de las causas potenciales correspondientes a un mismo efecto, se evalúan con el mismo Índice de gravedad. En el caso en que una misma causa pueda contribuir a

varios efectos distintos del mismo modo de la falla, se le asignará el Índice de gravedad mayor.

2.2.2.2.4 Índice de Detección (D)

Evalúa para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de la falla resultante antes de llegar al cliente en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Detección". Para determinar el índice D se supondrá que la causa potencial ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma.

2.2.2.3 IMPLEMENTACION DEL AMFE

¿Cuándo debe aplicarse un AMFE?

El AMFE se debería comenzar a aplicar:

- Cuando se diseñen nuevos procesos o cambie algún proceso actual;
- Cuando se encuentren nuevas aplicaciones para los productos o procesos actuales;
- Cuando se busquen mejoras para los procesos/productos. (es el caso de éste proyecto)

Para este caso en particular, la metodología AMFE será desarrollada a partir de un formato de registro denominado Matriz AMFE, el cual se presenta a continuación:

AMFE PLANTA DE ETILENO										Ref. AMFE													
Fecha Descripción del Evento		Nivel de Signific.	Atributo	Componente Pieza Operación Unidad	Aplica	Función	Causas de la falla	Ocurrencia (O)	Modo de la falla	Efecto de la falla	Gravedad (S)	Controles Actuales	HPP	Detección (D)	Acciones Preventivas Correctivas Recomend.	Respon. Fecha Límite	Fecha de Implementación Acción Realizada	Gravedad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	HPP	Clasif. ría Cc	
				Producto						Proceso		X											

Tabla N° 2.1: Formato aplicación Metodología AMFE

Ítem 1: Nombre del producto o proceso

En la primera columna del formato AMFE, coincidente con el tópico: Componente, pieza, Operación, Unidad. Se escribe el nombre del producto/proceso sobre el que se va a aplicar la metodología de acuerdo a la descripción del evento operacional. También se incluyen todos los subconjuntos y los elementos/componentes que lo conforman.

Ítem 2: Operación, Componente, pieza o función

La segunda columna se completa con distinta información según se esté realizando un AMFE de diseño o proceso.

- Para el AMFE de diseño se incluyen las funciones que realiza cada uno de los elementos/componentes, además de las interconexiones existentes entre estos.
- Para el AMFE de proceso se reflejan todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso de desarrollo de cada elemento/componente incluyendo las operaciones del mismo.

Ítem 3: Causa de la falla

En esta columna se reflejan todas las causas potenciales de fallo, atribuibles a cada modo de fallo. Las causas relacionadas deben ser lo más claras y completas posibles, de modo que las acciones preventivas y/o correctivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes.

Ítem 4: Probabilidad de ocurrencia

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de ocurrencia representa más bien un

valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se dispongan de datos históricos de fiabilidad para modelar comportamientos reales históricos. Consiste en estimar la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10, como se indica en la tabla siguiente:

Criterio	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado.	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	2 a 3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	4 a 5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia.	6 a 7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado.	8 a 9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	10

Tabla Nº 2.2: Cuadro de clasificación según la Probabilidad de ocurrencia

Cuando se asigna la clasificación por ocurrencia, deben ser consideradas dos probabilidades:

- La probabilidad de que se produzca la causa que origina la falla.
- La probabilidad de que una vez ocurrida la causa de la falla, ésta provoque el modo de la falla. Para dicha estimación debe suponerse que la causa potencial y el modo de la falla, son detectados antes de que el producto llegue al cliente.

Para reducir el índice de frecuencia, hay que emprender una o dos acciones:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que la causa de la falla pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de la falla.

Ítem 5: Modo de la falla

Para completar la tercera columna es recomendable comenzar con una revisión de los informes realizados en AMFEs anteriores (si es que existieren), *relacionados con el producto o proceso que se está diagnosticando.*

Ítem 6: Efectos de la falla

Asumiendo que la causa potencial ha ocurrido, en esta columna se describirán los efectos de la misma tal como lo haría el cliente. Los efectos en este caso corresponden a los síntomas. Es importante mencionar que si en un modo de falla convergen muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave.

Ítem 7: Gravedad de la falla

Este índice está relacionado con los efectos del modo de la falla. El Índice de gravedad o severidad valora el nivel de las consecuencias percibidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- La insatisfacción del cliente. Si se produce un gran descontento, el cliente no comprará más.
- La degradación de las prestaciones. La rapidez de aparición del efecto.
- El costo de la reparación.

Criterio	Valor S
Infima. El defecto sería imperceptible por el usuario.	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero sólo provoca una ligera molestia.	2 a 3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo.	4 a 5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción al cliente.	6 a 7
Elevada. El fallo es crítico, originado un alto grado de insatisfacción en el cliente.	8 a 9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor.	10

Tabla N° 2.3: Cuadro de clasificación según Gravedad o Severidad de la falla

Ítem 8: Características críticas

Siempre que la gravedad sea 9 ó 10, y que la frecuencia y detección sean superiores a 1, consideraremos la falla y las características que le corresponden como críticas. Estas características, que pueden ser una cota o una especificación, se identificarán con un triángulo invertido u otro signo en el documento de AMFE. Aunque el NPR resultante sea menor que el especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de falla a modo de prevención.

Ítem 9: Controles actuales

En esta columna se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas de la falla y detectar el efecto resultante.

Ítem 10: Probabilidad de no Detección

Este índice refleja la probabilidad de que el modo de la falla llegue al cliente. Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si las piezas no conformes son finalmente enviadas por error al cliente. Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque el aumentar los controles derivará en un aumento en los costos.

Criterio	Valor de D
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algun control primario, pero sería posteriormente detectado.	2 a 3
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección.	4 a 5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	6 a 7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo.	8 a 9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil de detectar.	10

Tabla N° 2.4: Cuadro de clasificación según la Probabilidad de no detección

Ítem 11: Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, y debe ser calculado para todas las causas de la falla. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa

potencial de la falla y así establecer acciones preventivas/correctivas. El NPR también es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

Ítem 12: Acción preventiva/correctiva

En esta etapa del proceso se incluye una descripción breve de la acción preventiva/correctiva propuesta para corregir el desajuste detectado. Para las acciones preventivas/correctivas, es conveniente seguir cierto orden de prioridad en la elección para su posterior implementación. El orden de preferencia en general será el siguiente:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Incremento del control o de la inspección.

Para un mismo nivel de calidad o un mismo valor del índice de prioridad NPR en dos casos, suele ser más económico el caso que no emplea ningún control de detección. Es en general más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de la falla (si se encuentra la manera de conseguirlo), que dedicar recursos a la detección de fallas. Es conveniente considerar aquellos casos cuyo índice de gravedad sea 10, aunque la valoración de la frecuencia sea subjetiva y el NPR menor de 100 (o del valor considerado como límite)¹⁷.

Ítem 13: Definir responsables

En esta columna se indicarán los responsables de las diferentes acciones propuestas y las fechas previstas para la implementación de las mismas.

¹⁷ Cuando en un modo de fallo intervienen muchas causas que no son independientes entre sí, la primera medida correctiva puede ser la aplicación del Diseño de Experimentos (DDE), que permitirá cuantificar objetivamente la participación de cada causa y dirigir acciones concretas. Es un medio muy potente y seguro para reducir directamente la frecuencia de defectos.

Ítem 14: Acciones implementadas

En esta columna se reflejarán las acciones realmente implementadas que pueden, en algunos casos, no coincidir con las propuestas inicialmente.

Ítem 15: Nuevo Número de Prioridad de Riesgo

Como consecuencia de las acciones correctivas implementadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (S), y/o la probabilidad de no detección (D) habrán disminuido (esto tendría que visualizarse la próxima vez que se detectara la misma falla, en circunstancias distintas obviamente), reduciéndose por tanto, el Número de Prioridad de Riesgo. Si a pesar de la implantación de las acciones correctivas, no se cumplen los objetivos definidos en algunos modos de fallo, es necesario investigar, proponer el implantar nuevas acciones correctivas, hasta conseguir que el NPR sea menor que el definido en los objetivos. Una vez conseguido que los NPR de todos los modos de las fallas estén por debajo del valor establecido, (cuando el sistema alcance un nivel de madurez que permita reflejar una mejora continua desde la óptica de la prevención de fallas), se da por concluido el AMFE.

Ítem 16: Vinculación con el Costo en la Calidad

Cada acción preventiva o correctiva asociada a cada evento operacional analizado, deberá ser clasificada en la última columna de la Matriz AMFE (Clasif. r/a Cc) dentro de alguna categoría de los Costos de la Calidad (expuestos en el Anexo 4, pagina 90) descritos en el capítulo siguiente y es en este punto en donde la metodología AMFE se entrelaza con los costos en la calidad¹⁸.

18 Metodología AMFE [en línea] <<http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/amfe.pdf>> [consulta: 18 noviembre 2008]. / AMFE, Medioambiente de la Unión Europea, Programa Life. [en línea]. http://www.life-optimizagua.org/documentos/AMFE_SN.pdf [consulta: 13 noviembre 2008].

2.2.3 COSTOS EN LA CALIDAD Cc

INTRODUCCION

Los costos de la calidad Cc¹⁹ pueden llegar a ser fundamentales; por tanto disminuirlos no tiene otro fin que generar ahorros para una organización. Las organizaciones que implementan planes y programas para el mejoramiento de la calidad, necesitan de reportes e indicadores adecuados para controlar el estado y progreso de los mismos.

COSTOS DE NO CALIDAD = COSTOS DE FALLAS INTERNAS + COSTOS DE FALLAS EXTERNAS

COSTOS DE CALIDAD = COSTOS DE EVALUACIÓN + COSTOS DE PREVENCIÓN

2.2.3.1 CLASIFICACION DE LOS COSTOS

2.2.3.1.1 COSTOS DE NO CALIDAD

2.2.3.1.1.1 COSTOS POR FALLAS INTERNAS

Son los costos en que la organización incurre por la detección de productos²⁰ fuera de especificaciones o con atributos incorrectos, antes de que lleguen a los

¹⁹ Costos en la calidad de una organización.

²⁰ Se utiliza como término genérico para referirse a bienes y servicios, o para hacer referencia a los resultados de un proceso (output).

clientes. Entre estos se encuentran los correspondientes por las fallas detectadas en las actividades de evaluación, los cuales pueden llegar a ser extremadamente elevados. Es decir, estos costos desaparecerían si los defectos no existieran. Ejemplos típicos de estos costos son; desperdicios, tiempo perdido en paros debido a defectos (mantenimiento correctivo no previsto), reinspección, pruebas dobles, pérdidas en los rendimientos representativos, costos de salvamento²¹, entre otros.

2.2.3.1.1.2 COSTOS POR FALLAS EXTERNAS

Son los costos en que la organización incurre por la detección de productos fuera de especificaciones o con atributos incorrectos. Estos costos desaparecerían si no existieran defectos. Se diferencian de los costos por fallas internas por el hecho de que los defectos se detectan después de que han llegado al cliente final.

2.2.3.1.2 COSTOS DE CALIDAD

2.2.3.1.2.1 COSTOS DE EVALUACIÓN

A estos costos también se les conoce como costos de estimación o costos de detección, son aquellos costos en los que se incurre por determinar que productos están o no aptos para el fin que fueron diseñados y construidos. Algunos ejemplos de estos costos incluyen la inspección y prueba de la materia prima, inspección del empaque, actividades de análisis para la aceptación del producto elaborado, aceptación del proceso de producción, verificación de los proveedores y pruebas “in situ “. En la medida que aumentan los costos de prevención y evaluación en la

21 Aquella parte del costo de un activo que se espera recuperar mediante venta o permira del bien al finalizar si vida útil.

búsqueda de la calidad, disminuyen los costos por deficiencias (hay menor número de defectos).

2.2.3.1.2.2 COSTOS DE PREVENCIÓN

Son aquellos costos asociados para prevenir los defectos en la producción de los productos. Cuando los costos de prevención se incrementan, podemos esperar que los costos por falla disminuyan. Es decir, se incurre en los costos de prevención en la medida que se desee disminuir el producto fuera de especificaciones. Ejemplos de costos de prevención: Ingeniería para la calidad, Programas de entrenamiento en calidad, Planeación de la calidad, Auditorias de calidad, Círculos de calidad y revisiones de los diseños de procesos, programas, procedimientos, entre otros.

2.2.3.2 MATRIZ DE COSTOS EN LA CALIDAD

La matriz para los costos de la calidad consiste en una manera de calcular los costos asociados a la calidad, a través de la valoración de los eventos operacionales que se producen en procesos a partir de un levantamiento de información en terreno, mediante la metodología AMFE. El formato de la Matriz de costo en la calidad se observa en la tabla a continuación:

COSTOS DE CALIDAD PLANTA DE ETILENO							
SEPTIEMBRE 2008 - FEBRERO 2009							
FECHA	DESCRIPCION Y CLASIFICACIÓN	COSTO POR REPARACIÓN	MANO DE OBRA OPERATIVA Y/O ADMINISTRATIVA	COSTO POR NO PRODUCCION O PERDIDA DE PRODUCCION	COSTO SOCIAL Y/O AMBIENTAL	COSTO TOTAL	Porcentaje %
		REPUESTO / PIEZA EQUIPO / MAQUINA SISTEMA / LINEA [\$]	[\$]	[\$]	[\$]		
COSTOS DE PREVENCIÓN							
Periodo / Fecha	Unidad / Descripción						
Total costos de prevención							
Objetivos prevención							
COSTOS DE EVALUACION							
Total costos de evaluación							
Objetivos evaluación							
COSTOS POR FALLAS INTERNAS							
Total costos de fallas internas							
Objetivos fallas internas							
COSTOS POR FALLAS EXTERNAS							
Total costos de fallas externas							
Objetivos fallas externas							
TOTAL COSTOS DE LA CALIDAD \$							
TOTAL OBJETIVOS DE LA CALIDAD \$							

Tabla Nº 2.5: Formato para cálculo de costos en la calidad a partir del AMFE

2.2.3.3 CUESTIONARIO PARA LA ESTIMACION DE LOS Cc

El método más usual empleado para las estimaciones de los costos de la calidad al interior de las organizaciones, corresponde al cuestionario. Algunos formatos de cuestionarios culminan con un resultado numérico que puede usarse para entrar en una tabla de intervalos de Cc. Los cuestionarios se suelen confeccionar considerando las características operativas claves de la organización, de modo que conociendo la opinión de la Dirección, los mandos medios y bajos respecto de ellas, se pueda estimar un Cc preliminar que sirva de referencia. En el cuestionario de evaluación de Cc, se le pedirá al(o los) entrevistados que responda(n) una serie de preguntas relacionadas con el producto, las políticas, los procedimientos y los costos. Es importante señalar que al iniciar un programa de Cc, para que éste tenga éxito, se vuelve necesario que las estimaciones se sustituyan por costos reales a medida que el sistema de costos vaya madurando. A continuación se presentan los criterios a utilizar para la estimación de los Cc, mediante la evaluación de percepciones, a través de una encuesta:

- | | | |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Muy de acuerdo | 3. Algo de acuerdo | 5. En desacuerdo |
| 2. De acuerdo | 4. Algo en desacuerdo | 6. Muy en desacuerdo |

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores	
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		

Tabla Nº 2.6: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre el(los) producto(s) de la organización

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o culpas	
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		

Tabla N° 2.7: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre las políticas de la organización

EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		

Tabla Nº 2.8: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre los procedimientos de la organización

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		

Tabla N° 2.9: Cuadro cuestionario respecto a consideraciones sobre los costos de la organización

La siguiente tabla muestra intervalos para el costo de la calidad como porcentajes de los ingresos por ventas:

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Tabla N° 2.10: Intervalo de puntuación de cuestionario

Para transformar el resultado de su cuestionario en una cifra en \$, se utilizará la siguiente fórmula:

Caso1: si 111 es a un 6% del ingreso por ventas; luego “valor obtenido” es a: X1%.

Caso2: si 220 es a un 15% del ingreso por ventas; luego “valor obtenido” es a: X2%.

Promedio caso1 y caso 2: X*%.

Costo en la calidad = (ingresos por ventas periodo en análisis: septiembre 2008 – febrero 2009)* (X*%)

La suma de dinero expresada, reflejará en forma muy estimativa los costos de la calidad en la organización o en alguna unidad/planta sometida a análisis. Es importante señalar que al aplicar esta técnica, debe promediarse el costo de la calidad que arrojen como resultado todos los cuestionarios. Finalmente se comparan los resultados obtenidos por medio de la encuesta con los que refleja la matriz de costos en la calidad, dado que estos últimos son reales y detallados. Esta es la manera de determinar la brecha inicial entre lo que se piensa que se está gastando y lo que realmente se está gastando en la calidad enfocada al producto²², puesto que los servicios y procesos desplegados son los medios para producirlo.

2.2.3.4 DETERMINACIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DEL COSTO

Cuando los resúmenes de costos de la calidad son presentados por primera vez a la Dirección, una de las preguntas habituales es: “¿cuáles son los correctos costos de la calidad?”. La dirección está buscando un “valor normal” con el cual comparar sus costos actuales de manera que puedan establecer un juicio sobre si es

²² La fuente de esta técnica es el curso de costos en la calidad dictado para ingenieros en gestión de calidad por la Universidad Santa María. Es un método utilizado para realizar estimaciones y tener parámetros de comparación que son reemplazados al poseer datos reales.

necesario estructurar un programa de mejora. Esta quiere ver una proporción de gastos por sobre los ingresos por ventas, es decir, lo que pretende reflejar este proyecto.

Por lo anterior, las empresas pueden descubrir el nivel de costos óptimos de la calidad utilizando, principalmente, los siguientes métodos:

- Asegurándose datos sobre costos de la calidad “del mercado”.
- Desarrollando un plan presupuestario de forma secuencial.
- Estableciendo indicadores para las distintas categorías de costos de la calidad.

Datos del mercado sobre costos de calidad: En este método la fuente de información sobre “¿Cuál es el valor normal?” es “¿Cuáles son los costos de la calidad de las otras empresas (benchmarking)?”. Hasta la fecha, no ha sido posible obtener buenas orientaciones a partir de esta fuente al menos a nivel nacional, dado que no se tienen antecedentes de que alguna empresa en el país haya determinado los costos en la calidad.

Del proceso presupuestario y del establecimiento de indicadores para cada tipo de costo, el punto débil no está simplemente en el uso de registros históricos dudosos. Es aun peor, el hecho de presupuestar los diversos elementos del costo de la calidad no conduce a optimizar el total. Los elementos están interrelacionados, y este hecho se utiliza para optimizar los costos de la calidad basándose en los ratios de las distintas clases de gastos respecto del total, por tanto, solo pasan a ser dos formas ineficaces de controlar los costos.

Un método apropiado para determinar el óptimo es a través del análisis de las relaciones entre clases de costos. La base de este concepto se observa en la grafica presentada a continuación

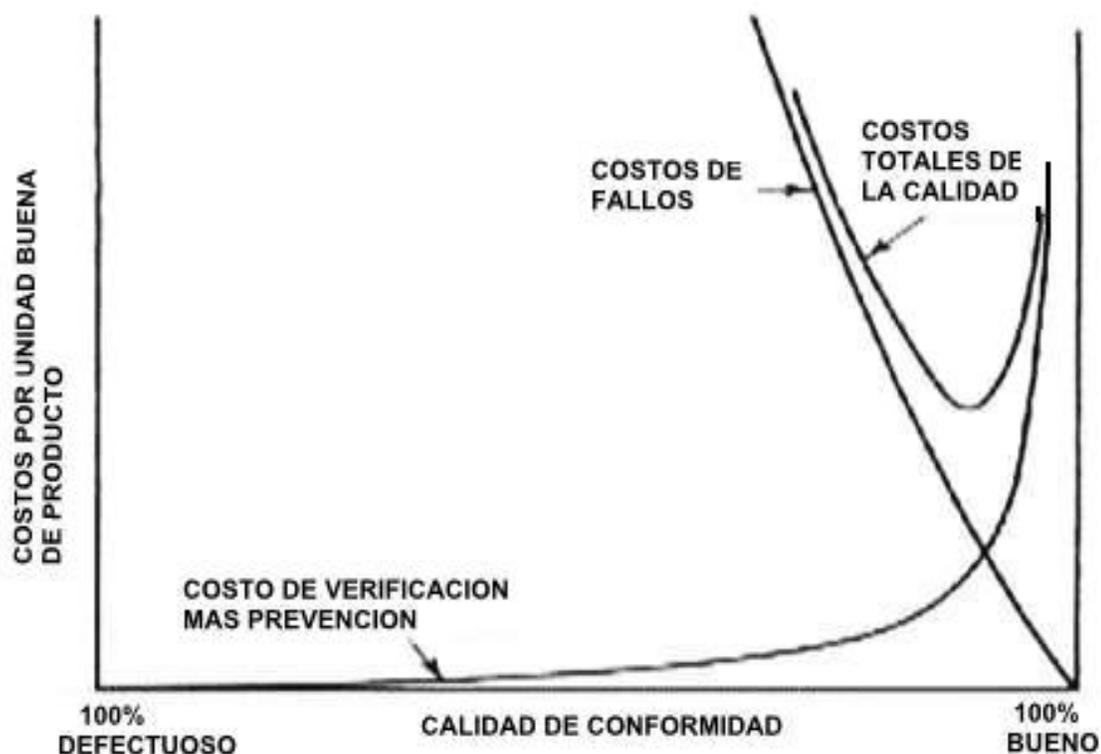


Gráfico N° 2.1: Curvas para la determinación del costo óptimo en la calidad

Interpretación:

- Costos de evaluación y prevención. Cuando estos costos son cero el producto es 100% defectuoso (Límite izquierdo de la figura). Para mejorar la calidad se aumentan los costos de prevención y evaluación hasta que se logra la perfección. Aquí los costos de prevención crecen asintóticamente, llegando a hacerse infinitos para el 100% de conformidad.
- Costos de la falla debido a la existencia de defectos. En el lado derecho de la figura el producto es 100% bueno. Aquí no hay defectos y los costos de fallas son cero.

➤ **En la medida que se va desarrollando la no conformidad²³**, los costos por fallas aumentan y así se llega al 0% de conformidad (límite izquierdo del gráfico), en donde el producto es 100% defectuoso. En este punto, ninguna de las unidades es buena y los costos por fallas por unidad buena tienden a infinito según muestra la grafica a continuación.

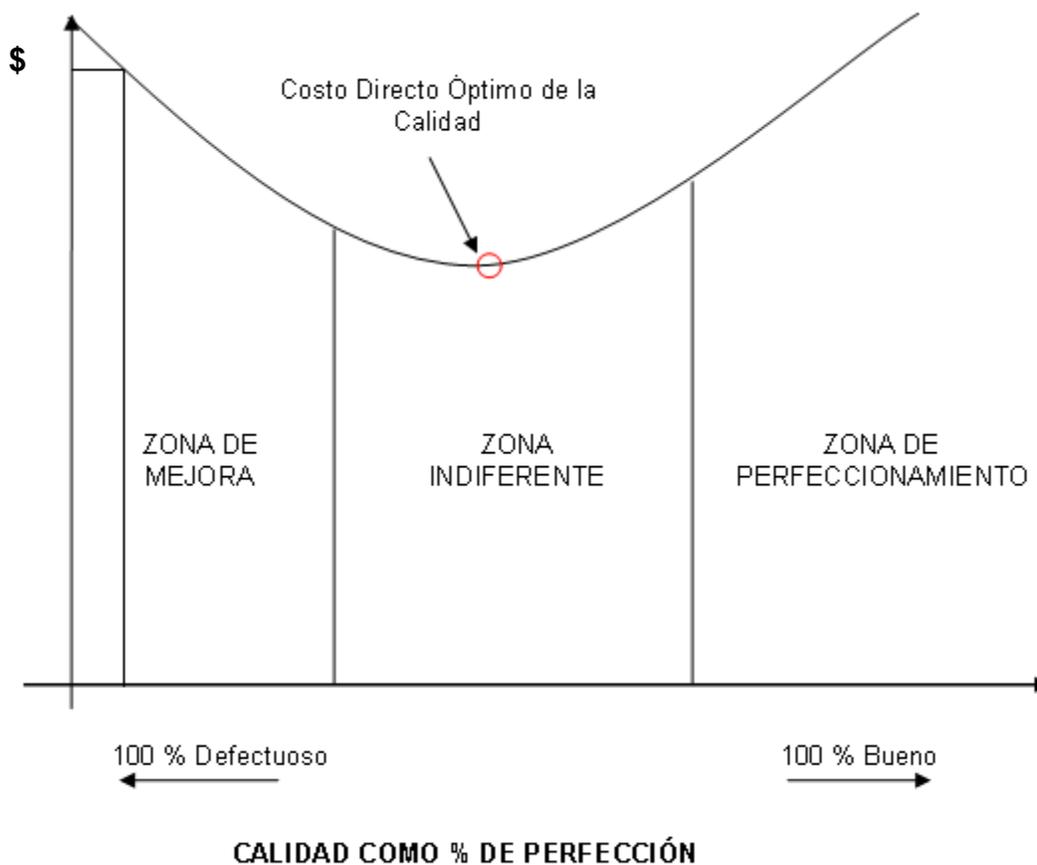


Grafico Nº 2.2: Parte óptima de la curva de costos totales en la calidad

23 Incumplimiento de los requerimientos del cliente sobre el producto.

La curva de los costos totales de la calidad tiene un punto de mínimo. Este mínimo no es sencillamente un concepto filosófico; el mínimo tiene significado y aplicación práctica. La aplicación del modelo divide la curva de los costos totales de la calidad en tres zonas. Estas zonas pueden identificarse en función de los distintos tipos de costo que componen los costos totales de la calidad, como sigue:

Zona de mejora de la calidad: Parte izquierda de la figura. La característica diferencial de esta zona es que los costos por fallas constituyen más del 70% del total de costos de la calidad, mientras que los de prevención están por debajo del 10% del total. En estos casos, la experiencia ha demostrado que pueden conseguirse proyectos de mejora beneficiosos.

Zona de perfeccionismo: Parte derecha de la figura; se caracteriza por el hecho de que los costos de verificación exceden a los costos por fallas. Ahora los proyectos de mejora han de consistir en descubrir y eliminar los costos indebidos del perfeccionamiento. Estos puede hacerse con programas tales como:

- Estudiar el costo de detectar defectos en comparación al perjuicio que se produciría si no fueran detectados.
- Revisar las normas de calidad para ver si realmente “**se hace lo que se dice que se hace**”.
- Ver si es factible reducir la inspección mediante el control de la capacidad del proceso y manteniendo entre tanto la producción clasificada por su orden cronológico de salida.
- Considerar la posibilidad de comprobar las decisiones a fin de reducir los costos de inspección.

Zona de indiferencia (zona central de la figura): En esta zona se ha alcanzado o aproximado al nivel óptimo de costos (costos por fallas y costos de prevención 50%). De aquí nace necesariamente la siguiente pregunta: ¿cómo mantener este nivel óptimo? La interrogante será respondida a través de la optimización de costos.

2.2.3.5 OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

Para optimizar los costos de la calidad no es cuestión de optimizar cada clase. Hay una interacción entre dichas clases de costo. Sin embargo, pueden darse algunas orientaciones relativas a cada uno de estos costos:

- Los costos por fallas están en su óptimo cuando existe capacidad para identificar proyectos adecuados para reducirlos.
- Los costos de verificación están en su óptimo (a) cuando los costos por fallas han sido reducidos al óptimo, (b) cuando existe capacidad de identificar proyectos adecuados para una posterior reducción de los costos de evaluación y (c) cuando se han establecido buenos métodos de trabajo y normas para la inspección y ensayo.
- Los costos de prevención están en su óptimo (a) cuando el grueso del trabajo de prevención se está dirigiendo a proyectos de mejora, (b) cuando el propio trabajo de prevención ha sido sometido a análisis, para su mejora, y (c) cuando el trabajo de prevención ordinario está controlado por un plan presupuestario adecuado²⁴.

24 Elgueta J.[2007]. [93 diapositivas]. Costos en la calidad. Profesor de la asignatura de gestión de calidad de la Universidad Federico Santa María de Concepción.

2.2.4 INDICADORES PARA LA GESTIÓN

INTRODUCCION

Los indicadores para la gestión son mediciones de los logros y el cumplimiento de la misión y objetivos de un determinado proceso o de una organización entera. Sirven como herramienta para el mejoramiento continuo y para facilitar la toma de decisiones.

2.2.4.1 VENTAJA DE POSEER INDICADORES

Para el equipo de trabajo:

- Motivar a los miembros del equipo para alcanzar metas retadoras y generar un proceso de mejoramiento continuo que haga que su proceso sea líder.
- Estimular y promover el trabajo en equipo.
- Contribuir al desarrollo y crecimiento tanto personal como del equipo dentro de la organización.
- Generar un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario.

Para el negocio y actividades:

- Impulsar la eficiencia, eficacia y productividad de las actividades de cada uno de los negocios.
- Disponer de una herramienta de información sobre la gestión de las actividades, para determinar qué también se están logrando los objetivos propuestos.
- Identificar oportunidades de mejoramiento en actividades que por su comportamiento requieren reforzar o reorientar esfuerzos.

- Identificar fortalezas en las diversas actividades, que puedan ser utilizadas para reforzar comportamientos positivos.
- Contar con información que permita priorizar actividades basados en la necesidad de cumplimiento de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Para la organización:

- Disponer de información corporativa, que permita contar con parámetros para establecer prioridades de acuerdo con los factores críticos de éxito y las necesidades y expectativas de los clientes de la organización.
- Establecer una gerencia basada en datos y hechos.
- Evaluar y visualizar periódicamente el comportamiento de las actividades claves de la organización y la gestión general de la empresa con respecto al cumplimiento de su Misión y Objetivos.
- Reorientar políticas y estrategias, con respecto a la gestión de la organización.

Existen variadas formas para reflejar a un indicador, pero las más tradicionalmente utilizadas y rápidas de asimilar son:

- El porcentaje
- Las grafica de tendencia o control
- Las expresiones matemáticas

2.2.4.2 FICHA TECNICA DE UN INDICADOR

La ficha técnica al momento de diseñar un indicador, tendrá una estructura que resultará similar a lo que se muestra en la tabla a continuación:

Nombre	Denominación (apodo)
Área de evaluación	Proceso
Factor crítico de evaluación	Variable a controlar
Objetivo	Justificación (¿para qué?)
Descripción	Fórmula matemática
Origen de los datos	De cada uno de los datos
Periodicidad	Frecuencia de tiempo para el cálculo
Metas	a, b o/y c

Tabla Nº 2.11: Ficha técnica de un indicador

2.2.4.3 PASOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE INDICADORES

- Reflexionar sobre la misión del proceso.
- Determinar la tipología de resultados a obtener y las magnitudes a medir.
- Determinar los indicadores representativos de las magnitudes a medir.
- Establecer los resultados que se desean alcanzar para cada indicador establecido.
- Formalizar los indicadores con los objetivos planteados⁽¹⁾.

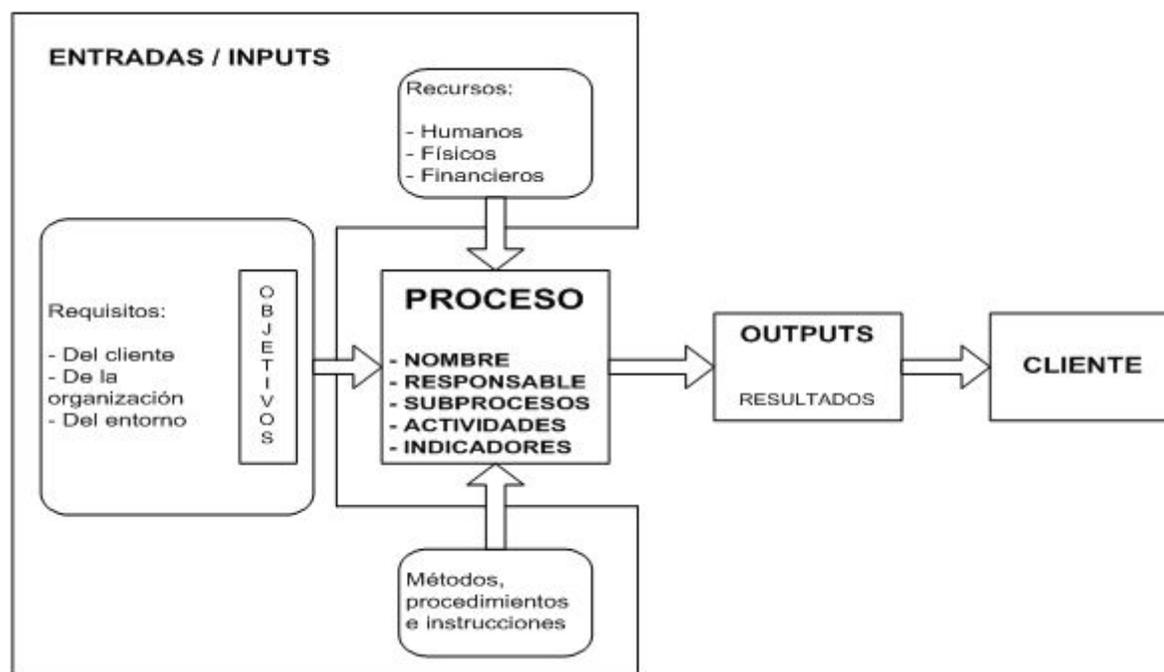
(1) Garzón H. [69 diapositivas]. Indicadores de gestión por procesos.

CAPITULO 3 PROPUESTA DE SOLUCION AL PROBLEMA

3.1 EXPOSICION DE LOS RESULTADOS

En el apartado anterior se planteó el problema a resolver; en donde la propuesta de solución en este apartado es desarrollar el modelo de gestión estratégica de soporte para la confiabilidad operacional del Proceso de Etileno planteado en el capítulo inicial, como uno de los procesos clave en la producción de Enap Refinerías Bio Bio. Esto se hace con el fin de proporcionar una herramienta que pueda extenderse a toda la organización y así se cubran las necesidades expresadas por la compañía, entre ellas el desarrollo de productos de excelencia, el compromiso con un desarrollo sostenible, el mejoramiento continuo en los procesos y la seguridad operacional, entre otras.

Entonces, es importante efectuar un análisis al Proceso de Etileno para que nos proporcione una base al desarrollar el Modelo Propuesto.



De las entradas del proceso:

Recursos: Dotación de 48 trabajadores, Planta productiva y oficinas administrativas, con todas las instalaciones físicas pertenecientes a estas. Recursos financieros destinados por Gerencia.

Requisitos: Requerimientos técnicos de productos exigidos por Petroquim (envío de carga de propileno) y Petrodow (envío de carga de etileno), Especificaciones técnicas de producto en proceso estipuladas por otros procesos de producción que utilizan como materia prima las salidas del proceso de Etileno como por ejemplo: fuel gas, fuel oil, H₂, gasolina, propano, butano. Los requerimientos técnicos en éste caso son evaluados a través del proceso de control de calidad desarrollado por la División Control de Calidad. Cumplimiento de metas operacionales y programación de producción planificada por el Departamento de Producción a través de la División Programación de la Producción. Cumplimiento de las auditorias internas y externas. Cumplimiento con normas ambientales, de calidad, de seguridad y salud ocupacional, entre otras. Respeto a los requerimientos establecidos por entidades de fiscalización como la CONAMA, el Servicio de Salud, entre otras.

Los procedimientos, métodos, instructivos y registros son todos aquellos documentos impresos o digitalizados que permiten llevar a cabo las actividades relacionadas a la operación de la Planta. Parte de esta documentación se encuentra publicada en una plataforma virtual al interior de la empresa en lo que se conoce como la intranet corporativa.

Del proceso:

Nombre: Etileno

Responsable: Sr. Mario Ramírez E. Jefe de la División Etileno

Subprocesos: relacionados a la producción de cada uno de los productos de la planta. Subprocesos de: etileno, propileno, fuel oil, fuel gas, H₂, gasolina, propano,

butano, además de los procesos de gestión relacionados para llevar a cabo cada uno de estos subprocesos operativos y las actividades vinculadas a las variables de entrada expuestas anteriormente. Las actividades y los indicadores son los establecidos en el sistema documental del proceso, concentrados en los procedimientos, métodos, instructivos, registros, planes de gestión y otros.

De los resultados:

Los productos terminados (etileno, propileno) y los productos en proceso (fuel oil, fuel gas, H₂, gasolina, propano, butano). La gestión realizada es un valor agregado intrínseco en cada uno de los productos mencionados al igual que el cumplimiento con las normas y el respeto al medio ambiente.

De los Clientes:

Petroquim, Petrodow, y los procesos que reciben producto en proceso de la planta de Etileno: NaHS, Furnaces & Boilers, Suministros y Bocatoma, MDEA, C4 LPG, C3 LPG, Reformato.

Ya que hemos definido la estructura del proceso de Etileno, lo que sigue es preguntar: **¿Cómo ver a través del problema?** Bueno, la respuesta no es tan fácil pero dentro de una empresa que elabora productos derivados de la refinación del petróleo a partir de procesos continuos, dinámicos, invisibles, correlacionados, irreversibles, es muy predecible que ocurran desajustes por efecto de la alta complejidad de la operación como tal. Esto no es una justificación a las desviaciones y fallas que se producen en la planta, tan solo es un forma lógica de asimilar la ocurrencia de eventos operacionales en forma diaria, es decir, comúnmente en los informes emitidos por el Jefe de Turno (operaciones) se describe una cantidad no menor a 10 eventos por día, los cuales dicen relación con actividades preestablecidas como otras que no. Existen situaciones que provocan caídas de plantas (en la refinería), por tanto las actividades que deben desarrollarse con todo lo

que ello involucra en virtud de los tiempos de ajustes, reparación y tiempos muertos, se transforman automáticamente en pérdida de dinero, lo cual no se ve reflejado como un costo actualmente para la empresa y es lo que este estudio pretende reflejar.

Por tanto, el primer paso para comenzar a elaborar la solución, es identificar “la ventaja competitiva temporal” y recordar las directrices del estudio para comenzar a generar una estrategia que permita sostener el Modelo de Gestión Estratégica planteado en el capítulo inicial. Se torna muy importante definir la secuencia de actividades entrelazadas que permitirán el desarrollo del Modelo planteado. La idea es impedir que la competencia pueda imitar y a su vez, se convierta esta única secuencia en el medio para alcanzar un mayor nivel de excelencia a través de la confiabilidad y seguridad operacional.

3.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA VENTAJA COMPETITIVA

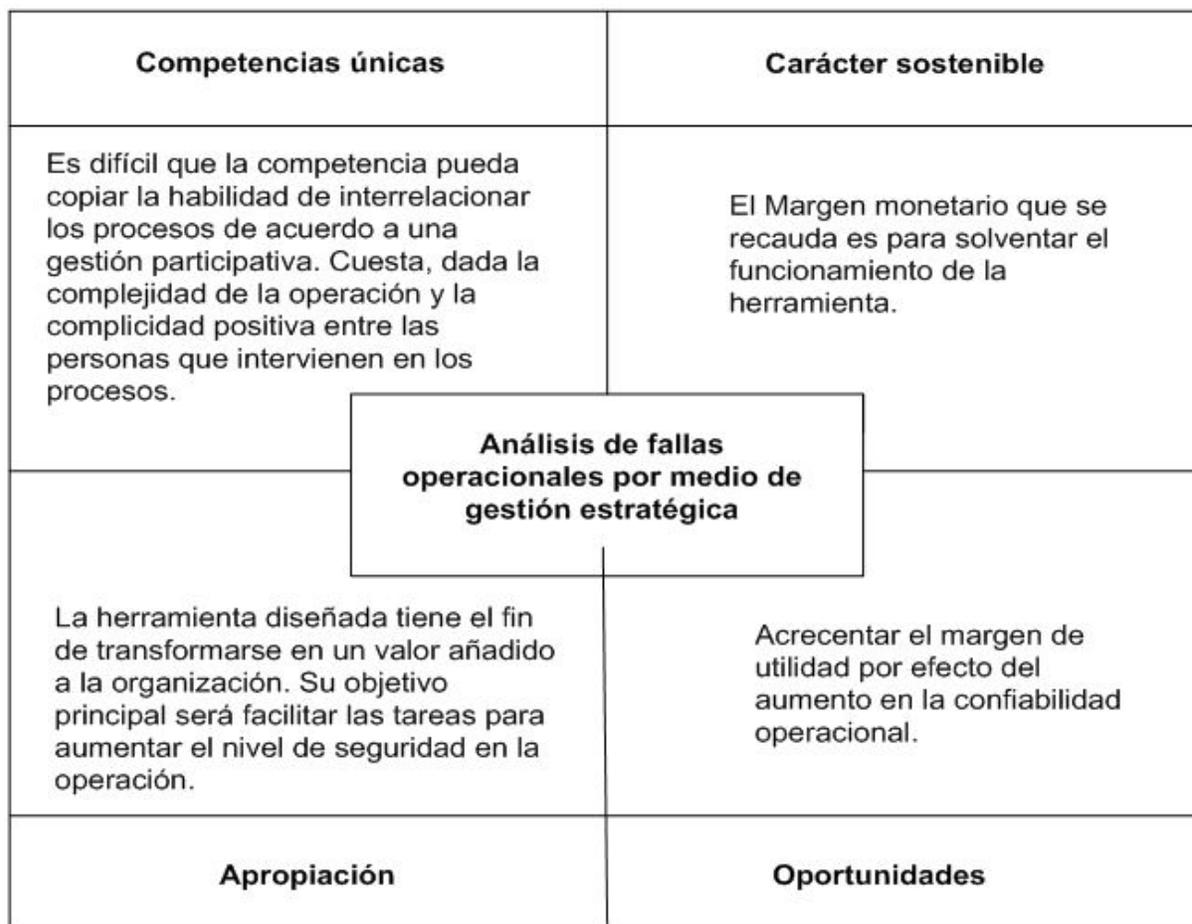


Figura N° 2.5: Modelo de los recursos para la ventaja competitiva

3.1.2 FORMULACIÓN DE LA ESTRATEGIA

“El SGC se concentrará en administrar el Modelo de Gestión Estratégica planteado para corregir las desviaciones de los procesos y optar así a la seguridad operacional. Por medio de un **análisis de fallas en eventos operacionales, bajo un enfoque de procesos**²⁵; el SGC se ajustará a sus recursos y limitantes para

²⁵ Esta es la ventaja competitiva por sobre la competencia.

gestionar con el fin de minimizar la brecha de fallas y disminuir los costos en la calidad de la empresa a través del tiempo”.

3.1.3 FILTRO DE LA INFORMACIÓN

En esta sección se evalúa el grado de significancia de cada evento descrito en la matriz “Bitácora General” para el proceso de Etileno, con el objetivo de filtrar la información irrelevante, dando paso así a la aplicación de la metodología AMFE como forma de analizar las fallas y establecer las causas-efectos relacionadas a ellas. A continuación se describen los criterios utilizados para valorizar el grado de significancia de cada evento:

- El valor 0, siempre está relacionado con partidas de plantas, mantenciones programadas, subidas de carga, que no tienen que ver con imprevistos y no responden a desviaciones del proceso.
- El nivel 1, está asociado a pérdidas, en función de ajustes operativos obligatorios que como tales no tienen incidencias. Bajadas de producción como consecuencia de falta de algún componente o que por programación debe hacerse. (*“Una posición estratégica, no es sostenible a menos que existan disyuntivas respecto a otras posiciones. Una disyuntiva significa que para que haya más de una cosa se requiere menos de la otra”*).
- El nivel 2, está asociado a pérdidas y desviaciones en el proceso productivo, a errores de prácticas en el trabajo, desviaciones y fallas de equipos, mantenciones mal hechas, entre otras.
- El nivel 3, incorpora accidentes, desviaciones que además afectan al medio ambiente y a la integridad de las personas. A veces cuesta determinar en ellas los costos asociados a la calidad y en la mayoría de los casos se estará en

presencia de eventos de que causarán un gran impacto mediático, económico u organizacional a la empresa.

El proyecto propone analizar aquellos eventos operacionales en la Planta de Etileno que se encuentren categorizados con nivel de significancia 1, 2 y 3 de acuerdo a los criterios establecidos y sugeridos por la División Aseguramiento de Calidad, por tanto, de los 32 eventos operacionales registrados en el periodo Septiembre 2008 – Febrero 2009 para el proceso de Etileno, han quedado 6 datos a estudiar en profundidad. Corresponde aplicarles la metodología AMFE y valorar los costos de la calidad asociados.

BITACORA GENERAL					
DIVISION TURNOS					
PLANTA DE ETILENO					
MES	FECHA	PLANTA	DESCRIPCION EVENTO	ATRIBUTO	NIVEL DE SIGNIFIC.
SEPTIEMBRE	03-Sep-08	ETI	Petrodow detiene un compresor, disminuye consumo a la mitad por 10 horas.-	Desviacion Normal del Proceso	2
SEPTIEMBRE	03-Sep-08	ETI	Por lavado de torre E-100"B" en FCCU, disminuye envío de propileno a Petroquim. Nafta a slop.	Anormalidad del proceso	1
SEPTIEMBRE	05-Sep-08	ETI	Baja carga en unidad por un mayor plazo en detención de Petrodow.-(950 m3/d)	Desviacion Normal del Proceso	1
SEPTIEMBRE	08-Sep-08	ETI	Baja carga a unidad 900 m3/d y saca de servicio horno dos a decoquificado	Mantencion programada	0
SEPTIEMBRE	14-Sep-08	ETI	Petroquim deja de consumir etileno.-	Desviacion Normal del Proceso	1
SEPTIEMBRE	17-Sep-08	ETI	Coloca carga en horno dos y saca de servicio horno uno a decoquificado.-	Mantencion programada	0
SEPTIEMBRE	22-Sep-08	ETI	Finalizo decoquificado de horno uno coloca en servicio y saca a decoquificado horno cuatro.-	Mantencion programada	0
SEPTIEMBRE	25-Sep-08	ETI	Coloca carga en horno cuatro y saca de servicio horno tres para decoquificado.-	Mantencion programada	0
SEPTIEMBRE	27-Sep-08	ETI	Finalizo decoquificado de horno tres. Entregara el lunes a mantencion.-	Mantencion programada	0
SEPTIEMBRE	29-Sep-08	ETI	Entrego a mantencion horno tres .-	Mantencion programada	0
OCTUBRE	07-Oct-08	ETI	A las 22:00 horas saca carga a horno 1 para decoquificar	Mantencion programada	0
OCTUBRE	20-Oct-08	ETI	Bajo carga a 880 m3/d y TRx a 775°C por detencio de Petrodow	Anormalidad del proceso	0
OCTUBRE	27-Oct-08	ETI	A las 13:40 horas saca de servicio el Horno 1 para decoquificado	Mantencion programada	0
NOVIEMBRE	22-Nov-08	ETI	Corta carga a horno 1 para entregar a Mantención.	Problemas Mecanicos	0
NOVIEMBRE	26-Nov-08	ETI	A las 05:00 hrs. P.Q. detiene Unidad para trabajos menores.	Mantencion programada	0
DICIEMBRE	15-Dic-08	ETI	Recepciona horno uno de etileno coloca en servicio y saca a decoquificado el cuatro.-	Mantencion programada	0

Tabla N° 2.12: Bitácora General

<p align="center">BITACORA GENERAL DIVISION TURNOS PLANTA DE ETILENO</p>					
MES	FECHA	PLANTA	DESCRIPCION EVENTO	ATRIBUTO	NIVEL DE SIGNIFIC.
DICIEMBRE	19-Dic-08	ETI	Entrega horno cuatro a mantencion.-	Mantencion programada	0
DICIEMBRE	29-Dic-08	ETI	Recepciona de mantencion horno cuatro e inicia puesta en servicio. Saca de servicio el dos para decoquificado.-	Mantencion programada	0
ENERO	05-Ene-09	ETI	Entrega Horno 2 a mantención	Mantencion programada	0
ENERO	16-Ene-09	ETI	Por falla del SIC cae P.Dow a las 17:45 hrs. Normaliza consumo de Etileno a las 07:00 hrs.	Problema Electrico	1
ENERO	21-Ene-09	ETI	A las 10:54 hrs. cae compresor J-503 por ensuciamiento de YH. Saca de servicio E-509. Repone condiciones a las 11:36 hrs.	Problema Mecanico	2
ENERO	26-Ene-09	ETI	Baja carga a 800 m3/d a las 10:30 hrs. Por bajo stock de Nafta.	Anormalidad del proceso	1
ENERO	27-Ene-09	ETI	A las 07:00 hrs. P.Q. detiene Unidad por programa.	Mantencion programada	0
ENERO	30-Ene-09	ETI	A las 08:30 hrs. Detiene P. Dow por problemas mecánicos compresor.	Desviacion Normal del Proceso	1
FEBRERO	06-Feb-09	ETI	Cae compresor J-503,por falla sistema de lubricacion. Corta carga a etileno, detencion entre las 09:40 y las 12:45 horas.- Petrodow detuvo planta.	Problema Mecanico	2
FEBRERO	12-Feb-09	ETI	Detecta filtracion por cabezal superior del reactor D-582B,depresiona equipo para entregar a mantencion.	Anormalidad del proceso	1
FEBRERO	17-Feb-09	ETI	Operan Fono "200" informando operador desvanecido en sala control por inalacion de etileno/propano.	Integridad Laboral	2
FEBRERO	20-Feb-09	ETI	Cae Petrodow, detenida por dos horas.-	Problema Mecanico	1
FEBRERO	20-Feb-09	ETI	Por problemas electricos en sistema cae compresor J-585 de la SPP.-	Problema Electrico	1
FEBRERO	25-Feb-09	ETI	Finaliza decoquificado de horno tres, coloca carga y sale a decoquificado horno cuatro.-	Mantencion programada	0
FEBRERO	26-Feb-09	ETI	Cae Petrodow por perdida de reacion en reactores. Por 3 horas.	Anormalidad del proceso	1
FEBRERO	27-Feb-09	ETI	Petroquim detiene unidad por inestabilidad, debido a la baja carga entregada.(por 20 horas).	Desviacion Normal del Proceso	1

Tabla N° 2.13: Bitácora General

3.1.4 CALCULO Y ESTIMACION DE LOS Cc PARA LA PLANTA DE ETILENO

3.1.4.1 CALCULO DE LOS Cc A TRAVES DE LA METOLOGÍA AMFE

El desarrollo de la metodología AMFE se encuentra detallado en la tabla que se muestra a continuación. Básicamente debe aplicarse trazabilidad²⁶ a partir de la información dispuesta en la “Bitácora General” generada por la División Turnos. Se investigan las causas, efectos y controles por sobre los equipos, componentes, piezas, operaciones y unidades involucradas de forma crítica en cada evento descrito. Se evalúan las probabilidades de ocurrencia, gravedad y detección respectivamente para establecer el número de prioridad de riesgo multiplicando los tres factores anteriormente señalados, pues el objetivo es establecer un índice de prioridad que permitan actuar con menor o mayor rapidez sobre algún evento sucedido. Posteriormente se establecen las acciones preventivas/correctivas frente a dichos eventos, en donde se vinculan a responsables de su implementación y se definen fechas para la subsanación de las desviaciones y fallas. Finalmente se categorizan las medidas implementadas en términos de la tipología de costos presentados en el ANEXO 4, pagina 91, respecto a la clasificación de costos de la calidad.

26 La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas.

AMFE PLANTA DE ETILENO												Ref. Amfe Nº ETI - 001									
Producto												Responsable del AMFE: Carlos Zambrano S.									
Proceso												Fecha de aprobación: 23/03/2009									
Proceso												Fecha de revisión: 23/03/2009									
Fecha Evento	Descripción del evento	Nivel de Signific.	Atributo	Componente Pieza Operación Unidad	Aplica	Función	Causas de la falla	Ocurriencia (C)	Modo de la falla	Efecto de la falla	Gravedad (G)	Controles Actuales	Detección (D)	NFR	Acciones Preventivas Correctivas Recom.	Respon. Fecha Limite	Fecha de Implem. Acción Realizada	Gravedad (G)	Detección (D)	NFR	Clasif. rta Cc
21/01/2009	A las 10:54 hrs. cae compresor J-503 por ensuciamiento de YH. Saca de servicio E-508. Repone condiciones a las 11:36 hrs.	2	Problema Mecánico	J-503	X	Reduce la presión del gas en la línea.	Desuido en el manejo de residuos en equipos de operación.	4	Contaminación de la carga.	No entrega de carga durante 42 minutos.	10	Analizador en línea.	2	80	Petra carga contaminada y normaliza operación lo antes posible.	Mario Ramirez	24/01/2009 Lo acordado.				Reproceso
26/01/2009	Baja carga a 800 m³/d a las 10:30 hrs. Por bajo stock de Matfa.	1	Anormalidad del proceso	Carga	X	Materia prima para el inicio de los procesos relacionados a su salida.	Utilización de stock de matfa por requerimiento de otra Planta.	3	Baja en la carga.	No cumplimiento en la cantidad de entrega de producto a Planta de Petroquim.	8	Analizador en línea.	2	48	Reposición de stock a la brevedad para cumplir con entrega total de carga.	Mario Ramirez	26/01/2009 Lo acordado.				Insatisfacción de cliente
06/02/2009	Cae compresor J-503 por falla sistema de lubricación. Cont. carga a etileno. Interrupción de la detención entre las 08:40 y las 12:45 horas. - Petrobow detuvo planta.	2	Problema Mecánico	Sistema de lubricación del compresor J-503.	X	Lubricar sistema mecánico del compresor.	Desgaste en pieza clave del sistema de lubricación.	3	Caida del compresor J-503.	Baja en la producción de la Unidad.	8	Mantenimiento preventivo y operador en área.	4	96	Dejar en funcionamiento compresor "s" para todo el sistema. Preparar J-503 a la brevedad.	Héctor Rojas	06/02/2009 07/02/2009 Lo acordado.				Insatisfacción de cliente
12/02/2009	Derecha filtración en cabezal superior del reactor D-502B, despresiona equipo para entregar a mantención.	1	Anormalidad del proceso	D-502B	X	Equipo en cuyo interior tiene lugar una reacción química, estando éste diseñado para maximizar la conversión y selectividad de la reacción.	Soldadura deficiente en cabezal.	6	Filtración en cabezal.	Saca reactor D-502B de servicio.	7	Mantenimiento preventivo y operador en área.	2	84	Puesta en servicio de Reactor en un plazo no superior a tres días. Dejar operando reactor de emergencia.	Héctor Rojas	15/02/2009 Lo acordado.				Avería de equipo.
17/02/2009	Operan Fono "200" incordiando operador desvanecido en sala control por malacción de etileno/propano.	2	Integridad Laboral	Emanación de etileno/propano en sala de control.	X	Controlar variables de la operación.	Filtración de producto desde línea de transmisión cercana a sala de control.	3	Trabajador retirado del lugar y llevado a centro asistencial.	Leve gravedad del incidente. El trabajador es dado de alta en el día.	3	Control de fugas de gas a través de válvulas de seguridad.	10	90	Diseñar sistema de monitoreo continuo de válvulas.	Mario Ramirez	27/02/2009 Lo acordado.				Accidente Laboral
20/02/2009	Por problemas eléctricos en sistema cae compresor J-595 de la SPP.	1	Problema Eléctrico	J-595	X	Proporcionar la energía para el accionamiento del motor del equipo.	No aplicación de mantenimiento preventivo eléctrico.	2	Desviación el el voltaje fuera de los rangos especificados.	Saca de servicio compresor.	6	Dispositivo de control de variables sistema eléctrico de equipo.		0	Puesta en servicio de compresor "s". J-595 a mantención para puesta en servicio.	Juan Ortiz	20/02/2009 23/02/2009 Lo acordado.				Avería de equipo.

Tabla Nº 2.14: Desarrollo de Metodología AMFE

Luego, se valora el costo en la calidad para cada evento operacional en la matriz de costos de la calidad presentada en la tabla que sigue, de acuerdo a 4 factores de valoración, en este caso: costo de repuesto, pieza, equipo, maquinaria, línea, sistema; costo de mano de obra; costo de no producción o pérdida de producción y costo social – ambiental, según corresponda.

Los costos de prevención y evaluación están dados por auditorías de calidad, por el control de calidad (laboratorio), evaluación a proveedores, auditorías externas, programas de control preventivo, entre otros, Son difíciles de valorar pero serán incluidos de acuerdo a los criterios planteados para el desarrollo de la valoración de costos.

COSTOS DE CALIDAD PLANTA DE ETILENO							
SEPTIEMBRE 2008 - FEBRERO 2009							
FECHA		COSTO POR REPARACIÓN	MANO DE OBRA OPERATIVA Y/O ADMINISTRATIVA [\\$]	COSTO POR NO PRODUCCION O PERDIDA DE PRODUCCION [\\$]	COSTO SOCIAL Y/O AMBIENTAL [\\$]	COSTO TOTAL	Porcentaje %
DESCRIPCION Y CLASIFICACIÓN		REPUESTO / PIEZA EQUIPO / MAQUINA					
COSTOS DE PREVENCIÓN							
Periodo / Fecha	Unidad / Descripción						
2do sem. 2008	ETI / auditoría interna de calidad		3.000.000			3.000.000	20,1%
Sept 08 - Febr 09	ETI / control de calidad		10.000.000			10.000.000	67,1%
Sept 08 - Febr 09	ETI / Evaluación a proveedores		50.000			50.000	0,3%
Sept 08 - Febr 09	ETI / Mantenimiento preventiva		1.800.000			1.800.000	12,1%
Sept 08 - Febr 09	ETI / Evaluación Satisfacción del Cliente		50.000			50.000	0,3%
Total costos de prevención			14.900.000			14.900.000	0,8%
Objetivos prevención							
COSTOS DE EVALUACION							
Sept 08 - Febr 09	ETI / Evaluación interna operativa		12.000.000			12.000.000	100%
Total costos de evaluación			12.000.000			12.000.000	0,7%
Objetivos evaluación							
COSTOS POR FALLAS INTERNAS							
21/01/2009	ETI / Reproceso	4.000.000	2.000.000	17.000.000		23.000.000	75,5%
12/02/2009	ETI / Avería de equipo	600.000	1.000.000			1.600.000	5,3%
17/02/2009	ETI / Accidente Laboral	150.000	75.000		450.000	675.000	2,2%
20/02/2009	ETI / Avería de equipo	3.500.000	1.700.000			5.200.000	17,1%
Total costos de fallas internas		8.250.000	4.775.000	17.000.000	450.000	30.475.000	1,7%
Objetivos fallas internas							
COSTOS POR FALLAS EXTERNAS							
26/01/2009	ETI / Insatisfacción de Cliente			670.000.000		670.000.000	37,9%
06/02/2009	ETI / Insatisfacción de Cliente			1.100.000.000		1.100.000.000	62,1%
Total costos de fallas externas		0	0	1.770.000.000	0	1.770.000.000	96,9%
Objetivos fallas externas							
TOTAL COSTOS DE LA CALIDAD \$			1.827.375.000				
TOTAL OBJETIVOS DE LA CALIDAD \$							

TABLA N° 2.15: Cálculo del costo de calidad en proceso de Etileno a partir del AMFE

Los resultados arrojados por la Matriz de costos en la calidad del Proceso de Etileno, son los siguientes:

Costos de prevención: \$14.900.000 (0.8%)

Costos de evaluación: \$12.000.000 (0.7%)

Costos por fallas internas: \$30.475.000 (1.7%)

Costos por fallas externas: \$1.770.000.000 (96.9%)

Costos de calidad: Prevención + Evaluación: \$26.900.000 (1.5%)

Costos de no calidad: Fallas internas + Fallas externas: \$1.800.475.000 (98.6%)

El 0.1% que sobra es por la aproximación de los decimales hacia la derecha.

Cosos en la calidad: \$1.827.375.000

3.1.4.2 ESTIMACION DE LOS Cc A TRAVES DEL CUESTIONARIO PARA

En esta sección se estimarán los costos en la calidad del proceso de Etileno a través de un análisis de percepciones de los trabajadores. La planta tiene una dotación de 48 personas, por tanto, se extrae una muestra de 8 encuestados a partir de los criterios de decisión que establece la Norma Internacional MIL STD 105D (Nivel de inspección II para un lote comprendido entre 26 a 50 elementos, letra D) para la evaluación de atributos. Se aplica un muestreo a través atributos y no por medio de variables dado que el tipo de preguntas desarrolladas en el cuestionario se encuentran enfocadas hacia cualidades respecto a productos, políticas, procedimientos y costos.

En donde el Ingreso por ventas de la Planta comprendido en el periodo Septiembre 2008 y Febrero 2009, fue del orden de US\$ 35.000.000



Figura N° 2.6: Conversión de US\$ a \$

Luego, el Ingreso equivalente a peso nacional, asciende a la suma de:
\$ 20.114.850.000

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Figura N° 2.7: Paso 1 de muestreo de MIL STD 105D.

Acceptable Quality Levels (normal inspection)

Sample size code letter	Sample size	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
A	2	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
B	3	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
C	5	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
D	8	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
E	13	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
F	20	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
G	32	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
H	50	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
J	80	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
K	125	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
L	200	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
M	315	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
N	500	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
P	800	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
Q	1250	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
R	2000	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac

Figura N° 2.8: Paso 2 de muestreo de MIL STD 105D

Encuesta Nº	Puntuación Total General	Categoría Rango	Caso 1	Caso 2	Promedio Casos	Ingresos por venta Sept. 2008 a Febr. 2009 \$	Costo en la Calidad \$
1	134	Moderado	7,24	9,14	8,19%	20.114.850.000,0	1.647.406.215,0
2	230	Alto	16,65	16,73	16,69%	20.114.850.000,0	3.357.168.465,0
3	147	Moderado	7,95	10,02	8,99%	20.114.850.000,0	1.807.319.272,5
4	108	Bajo	3,93	4,91	4,42%	20.114.850.000,0	889.076.370,0
5	120	Moderado	6,49	8,18	7,34%	20.114.850.000,0	1.475.424.247,5
6	168	Moderado	9,08	11,46	10,27%	20.114.850.000,0	2.065.795.095,0
7	201	Moderado	10,87	13,71	12,29%	20.114.850.000,0	2.472.115.065,0
8	139	Moderado	7,51	9,48	8,50%	20.114.850.000,0	1.708.756.507,5
COSTO TOTAL EN LA CALIDAD DE LA PLANTA DE ETILENO - ESTIMADO							1.927.882.654,7
COSTO EN LA CALIDAD RESPECTO INGRESO POR VENTAS COMO PORCENTAJE							9,58%

Tabla Nº 2.16: Tabla resumen de la estimación de costos en la calidad

De acuerdo a la tabla, el costo en la calidad estimado del proceso de Etileno periodo Septiembre 2008 – Febrero 2009 corresponde a \$ 1.927.882.654, equivalentes a un 9,58 % de los ingresos por ventas comprendidos en el mismo periodo de tiempo. Los resultados de la aplicación del cuestionario del costo en la calidad se encuentran en el ANEXO 5, página 91.

3.1.5 DISEÑO DE INDICADORES

Misión del proceso: producir principalmente gases livianos, LPG, etileno, propileno y gasolina de alto octanaje sobre los más altos estándares de calidad y medio ambiente. El etileno se envía por tuberías hasta la planta de Petrodow donde se transforma en polietileno. El propileno se usa como carga para la planta de Polipropileno de Petroquim. Esta unidad recibe como carga gasolina de topping²⁷, nafta o una mezcla de ambas.

Con el propósito indicado, para la gestión de la Planta de Etileno interesa conocer en que medida se producen averías o desajustes operativos²⁸ que alteran el normal desarrollo de la operación. Los tipos de resultados que orientan de qué manera el proceso se dirige hacia su propósito podrían estar referidos a cantidad de averías, pérdida de capacidad productiva y/o a volumen de producto defectuoso o no producido por desajustes en equipos, instalaciones, en la operación o prácticas erróneas de trabajo.

Una vez que están claros los tipos de variables a controlar, se diseñan los indicadores a emplear. Estos deberían calcularse automáticamente a través del SAP.

Luego de haber diseñado los indicadores, es importante reflexionar acerca de los resultados que se desean lograr. De nada servirá un indicador si no se compara con alguna referencia que permitan discriminar lo bueno o lo malo de los resultados.

27 Las plantas cuentan con unidades de separación física constituidas por una Torre Atmosférica y otra de Vacío. Las Unidades de Topping son aquellas en las que se efectúa el proceso primario de la destilación del petróleo crudo, que consiste en el fraccionamiento directo de éste a una temperatura de 360 °C y a una presión de 1,5 Kg/cm².

28 Se define como avería o desajuste cualquier incidencia en la infraestructura que disminuya la capacidad de algún o algunos procesos para producir productos conformes.

Para la gestión de los procesos de la Planta de Etileno, es también importante considerar la información proveniente de otros indicadores que, aun cuando no reflejan la consecución de la misión, son necesarios para la toma de decisiones. Estos indicadores estarán vinculados con las entradas, salidas y operación de los procesos de la Planta.

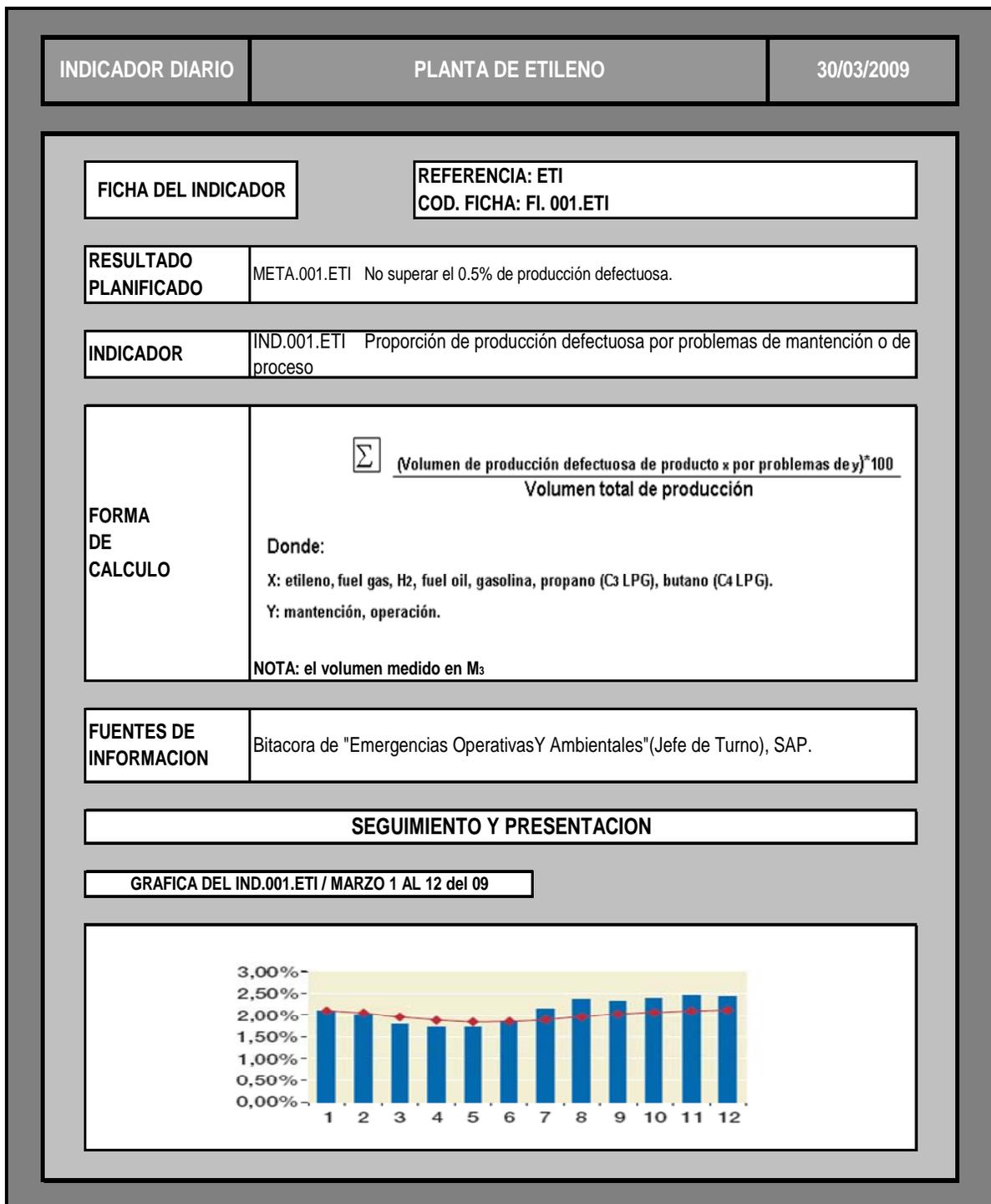


Figura N° 2.9: Indicador respecto a la producción defectuosa

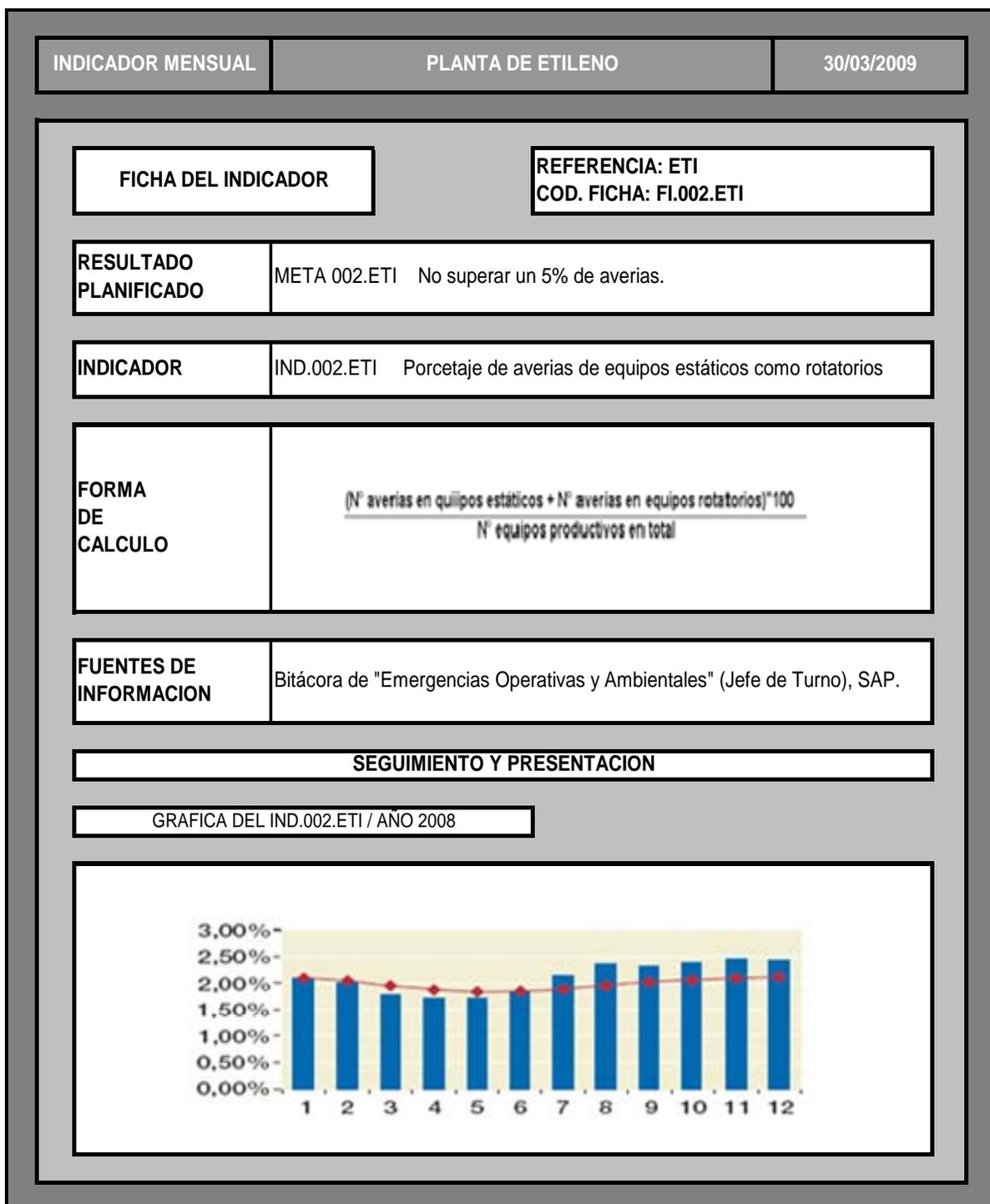


Figura N° 2.10: Indicador respecto al nivel de averías de equipo

3.2 DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La implementación de un proyecto de esta naturaleza para una empresa como la Enap le significaría asignar recursos para la capacitación y formación de competencias necesarias para llevarlo a cabo, para la incorporación de las variables estudiadas en el soporte de SAP. Sin duda habría que conformar equipos de trabajos en cada Planta productiva de la Refinería, cuyas tareas deberían estar claramente definidas respecto a la planificación de actividades relacionadas al análisis de fallas, a la valoración económica de efectos, acciones correctivas/preventivas y planes de mejora, aun sabiendo que existirán disyuntivas, lo cual es bueno para la mejorara continua del modelo de gestión.

Respecto a la formulación de la estrategia, esta expresa el deseo del SGC por administrar el Modelo de Gestión Estratégico enfocado a corregir las desviaciones de los procesos para optar así a la seguridad operacional, que en este caso se centro en el proceso de Etileno.

El análisis de fallas en eventos operacionales fue fundamental para conseguir los objetivos propuestos y es un requerimiento implícito del modelo el hecho de que los procesos tengan que ajustarse a sus recursos y limitantes con el fin de minimizar la brecha de fallas y disminuir así los costos en la calidad de la empresa a través del tiempo en el futuro.

Ahora, con respecto a los Costos en la Calidad para la Planta de Etileno, estos ascienden al 9% de los ingresos por venta, que en el fondo viene a ser la proporción entre la sumatoria de los costos de calidad y los de no calidad equivalentes a \$1.821.375.000 y el ingreso por ventas que asciende a \$20.114.850.000, durante el periodo Septiembre 2008 y Febrero 2009; en contraste al 9,58% que propone el análisis de percepciones arrojado por el cuestionario de Cc. Por otra parte, los indicadores propuestos fueron diseñados con el fin de controlar variables críticas para la confiabilidad en la gestión de la operación, como lo son la producción

defectuosa y las averías en equipos. Indudablemente se podrían seguir proponiendo indicadores pero debe tenerse cuidado en no llenar con información al sistema que no se utilizará o que no facilite la toma de decisiones.

De acuerdo al análisis de relaciones entre las diferentes clases de costo, es claro que la situación actual del proceso de Etileno se encasilla dentro de la zona de mejora de la calidad, que en términos gráficos corresponde a la parte izquierda de la curva de costos totales en la calidad. La característica diferencial de esta zona es que los costos por fallas constituyen más del 70% (98,6%) del total de costos de la calidad, mientras que los de prevención están por debajo del 10% (0,8 %) del total. En este caso, la idea es hacer tales cambios que permitan equiparar los costos de calidad con los de no calidad a través de planes de mejora en el proceso y que apunten a aumentar la asignación de recursos para prevención y evaluación de fallas.

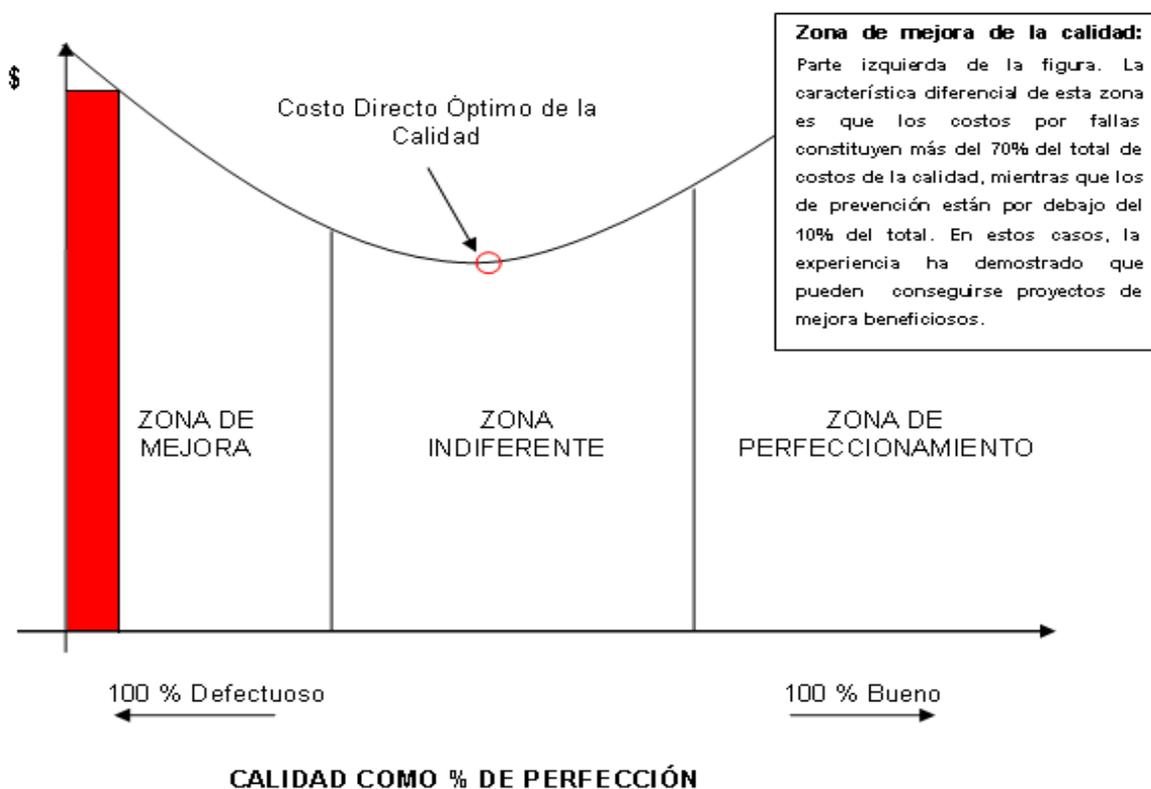


Figura Nº 2.11: Curva de optimización para el costo de la calidad

Finalmente y dicho lo anterior, la recomendación es que se haga un estudio económico profundo respecto a la implementación del Modelo que propone el proyecto, respecto al ahorro que le podría generar a la Empresa, respecto a las inversiones que podrían hacerse con esos ahorros, ya sean para soportar la metodología o para destinarlo en necesidades distintas y mas prioritarias, respecto al aumento en la productividad de la organización por efectos de aumentar la confiabilidad operacional, respecto al mayor margen de utilidad que se podría generar, respecto al aumento en la rentabilidad, respecto a la sustentabilidad de la metodología, respecto al cambio de la cultura organizacional que debería producirse si se quiere trabajar en una concordancia absoluta bajo un enfoque de procesos y la gestión participativa entre procesos adyacentes en base a la filosofía de las acciones preventivas o correctivas

3.3 SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La compañía ENAP es una organización que trabaja con diversos sistemas de registros pero el soporte principal de la información es el Sistema SAP **Systeme, Anwendungen und Produkte / Sistemas, Aplicaciones y Productos**. Para materializar la implementación del proyecto se torna necesario realizar modificaciones en el MER (modelo entidad - relación) cerebro del sistema de información. Ello permitirá integrar las variables descritas en la Metodología AMFE, en la Matriz de costos en la calidad y para construir los indicadores. La idea es que todos los cálculos se hagan de forma automática al momento de ingresar los registros necesarios.

Surgen disyuntivas a partir de la poca claridad en los límites de coordinación de las actividades y del control interno: al decidir la alta gerencia como competir, aclara las prioridades y evita confusiones en su personal. Por tanto es ésta quien debe designar al personal idóneo para conformar el equipo de trabajo encargado del AMFE y los Cc en la Planta de Etileno, para su posterior capacitación.

Inicialmente, la implementación sistemática del AMFE en el soporte de la empresa, debe hacerse en consideración de lo que presenta la siguiente figura:



Figura N° 2.12: Pasos para Implementar el AMFE al interior de la organización

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

En particular, el negocio de los hidrocarburos es muy complejo dado que por una parte: depende de variables macroeconómicas exógenas a él como el tipo de cambio, el precio en el crudo dependiente del Mercado del Golfo de México (**WTI** y **Brend**) y por otro lado, no tiene un sustituto natural que permita el desarrollo de la vida con normalidad. Es tan importante el recurso para nuestro país, a diferencia de las naciones del viejo continente que se vienen preocupando desde hace ya varias décadas por la diversificación en la matriz energética, por ello, actualmente soportan sus requerimientos de energía en base a energías renovables no convencionales, mientras que nosotros dependemos casi exclusivamente del petróleo. El sector es tan sensible e importante que si el día de mañana dijéramos no tenemos cobre, la verdad de las cosas es que las arcas fiscales tendrían una gran caída lo cual es no menor, pero si dijéremos que no hay petróleo, el país se paralizaría.

Al lo largo de este proyecto se tocaron temas importantes para la empresa como la gestión y la estrategia, las causas, los efectos y los controles sobre las fallas o desviaciones en la operación, los costos y los indicadores para el control y las tendencias. Esto se hizo con el fin de poder definir y desarrollar un modelo de gestión que permita alinear los requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad en términos del análisis y mejora de los procesos, buscando la optimización de la confiabilidad operacional para optar a su aseguramiento.

Como se mencionó en pasajes anteriores del proyecto, es preciso reconocer la diferencia de aplicar herramientas de gestión que permitan elevar la Eficacia Operativa, en contraste a formular y dar curso a una estrategia, cuyo objetivo principal sea aplicar la gestión necesaria para sostener la ventaja competitiva identificada al interior de la empresa. Esto ayudará a realizar procesos de formas distintas a la competencia y que sean estos muy difíciles de imitar de acuerdo a la

compleja secuencia de actividades entrelazadas y que al volverlos mas confiables sean el medio para obtener una rentabilidad mayor sustentable en el tiempo.

De acuerdo a la implementación de la metodología AMFE en la empresa, médula espinal del modelo propuesto, podría decirse que los mayores beneficios detectados estarían referidos a que:

- Potencia la atención al cliente (interno y externo).
- Potencia la comunicación interdepartamental.
- Facilita el análisis de los productos y los procesos.
- Mejora la calidad de los productos y los procesos.
- Reduce los costos operativos, en este caso asociados a la calidad.
- Ayuda a cumplir con requisitos ISO 9000 y directivas respecto a la responsabilidad de productos, análisis y mejora de los procesos.

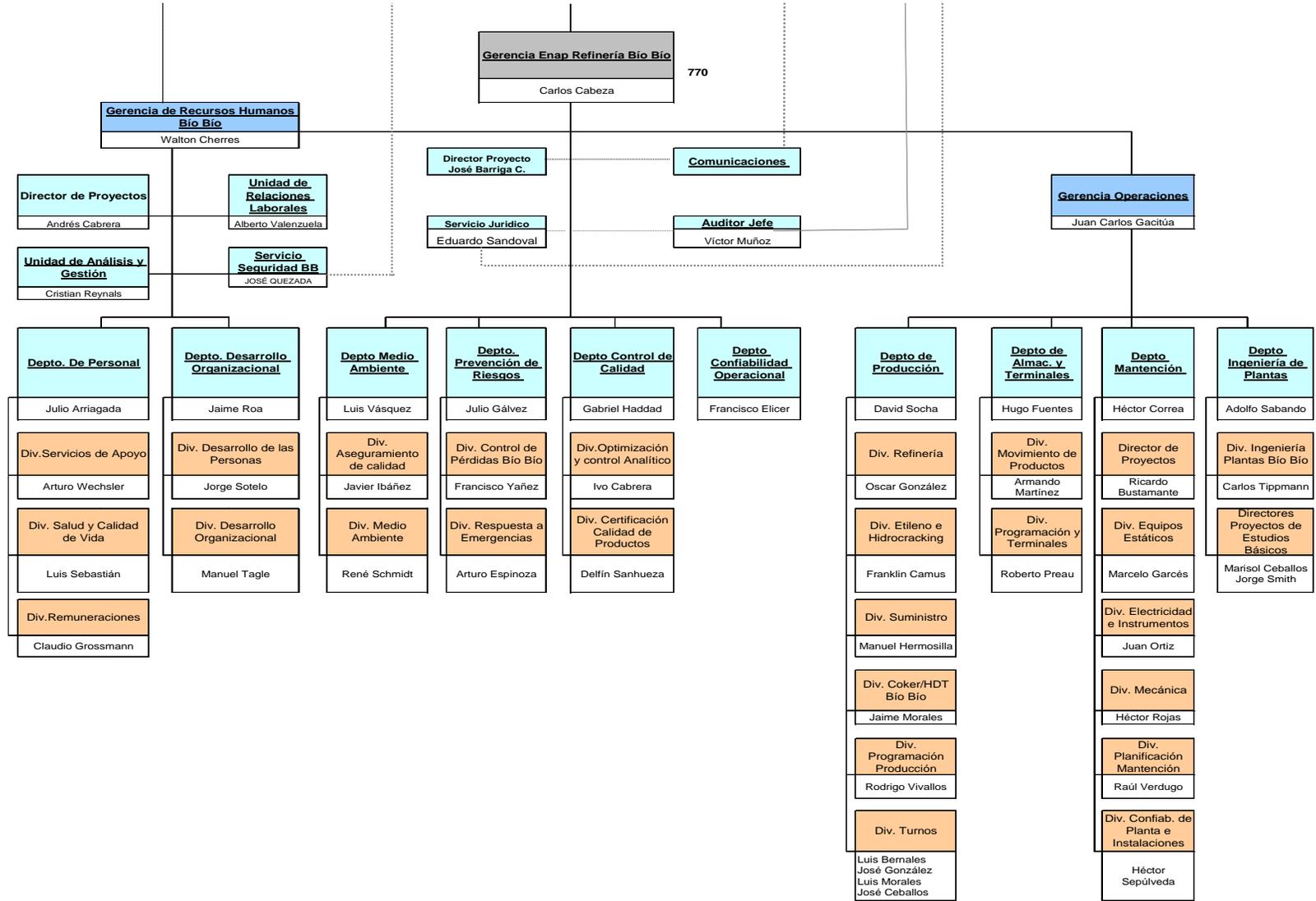
Como principal desventaja se puede citar la incapacidad que pueda poseer para derribar las barreras de comunicación y compromiso entre departamentos y procesos distintos pero esto no se verá hasta que la herramienta no se implemente. Lo que si se sabe es que la filosofía de la prevención y de la mejora continua, que subyace en el AMFE, ayuda a eliminar las ineficiencias existentes, con la consiguiente reducción en tiempo y dinero.

Por otro lado sabemos que cualquier hecho aislado de mejora en alguno de los cuatro frentes de CO puede traer beneficios, de hecho los trae, pero al no tomar en cuenta los demás factores es probable que estos sean limitados y/o diluidos en la organización y pasen a ser solo el resultado de un proyecto y no de una transformación. Para que este proyecto tenga un real impacto, es recomendable realizar estudios detenidos a cada uno de los componentes de la CO a través de los Departamentos vinculados como Mantenimiento, Equipos estáticos, Mecánica, Recursos Humanos, Confiabilidad Operacional y a su vez, a los Departamentos relacionados con estos, es decir, todos deben contribuir.

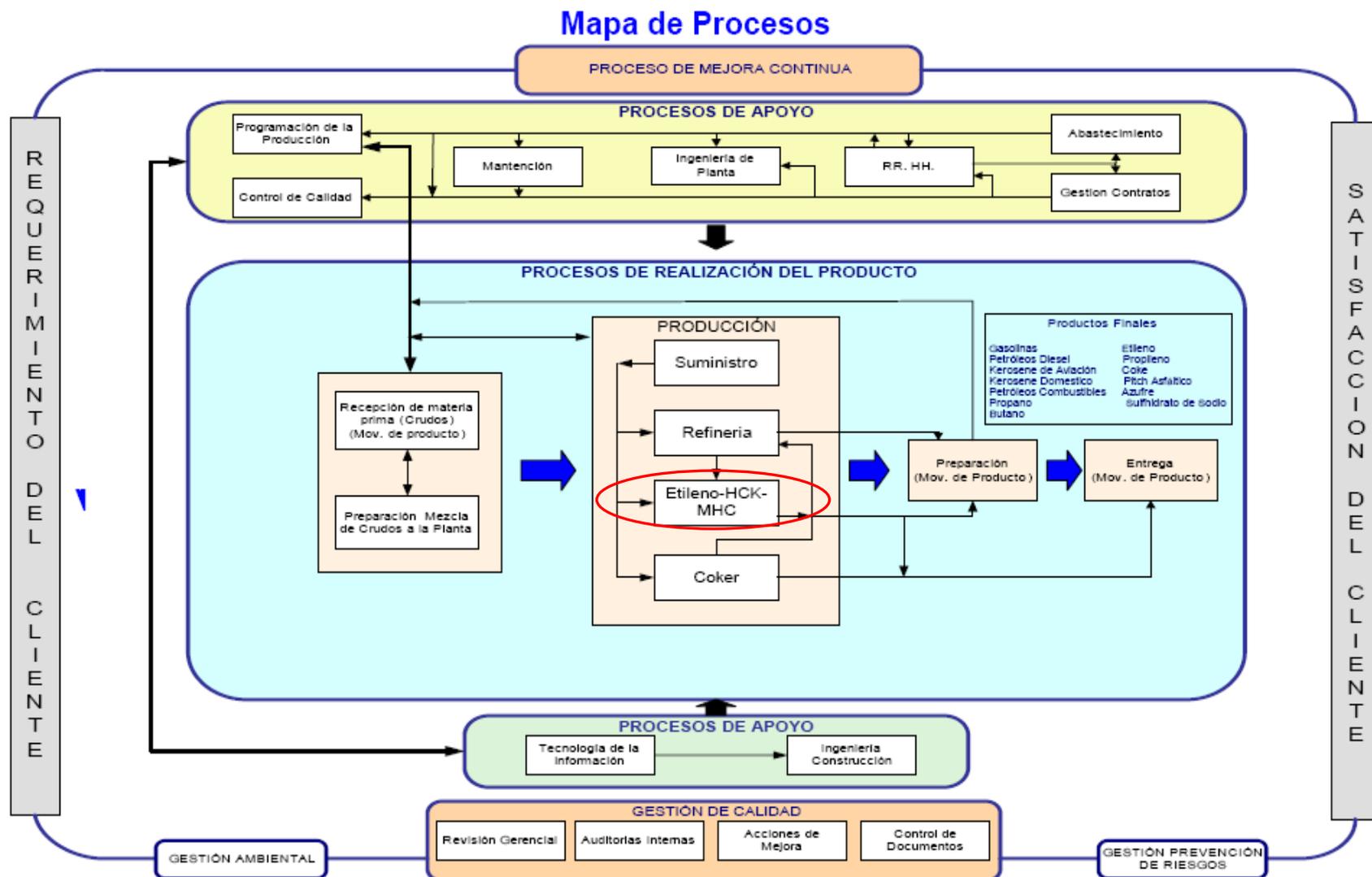
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- A. Hax, A. y Majluf, N. 1993. Gestión de empresas con una visión estratégica. 1ª ed. Chile, Dolmen. 513 p.
- B. Porter, E.M. 1990. La ventaja competitiva de las Naciones. 1º ed. Argentina, Vergara. 1025 p.
- C. Aguilera C., M.A. 1999. Indicadores para la gestión estratégica del centro Corporativo de Enap. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Concepción, Universidad del Bio Bio, Facultad de Ingeniería. 158 p.
- D. Betancourt, J.R. 2006. Gestión estratégica: navegando hacia el cuarto paradigma. Edición electrónica gratuita [en línea]. Texto completo en <http://www.eumed.net/libros/2006c/220/> [consulta 07 octubre 2008].
- E. Guía para una gestión basada en procesos. Por Jaime Beltrán “et al”. 1º ed. Andalucía, Berekintza. 141 p.
- F. Metodología AMFE [en línea] <<http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/amfe.pdf>> [consulta: 18 noviembre 2008].
- G. AMFE, Medioambiente de la Unión Europea, Programa Life. [en línea]. http://www.life-optimizagua.org/documentos/AMFE_SN.pdf [consulta: 13 noviembre 2008]
- H. Elgueta J.[2007]. [93 diapositivas]. Costos en la calidad.
- I. Garzón H. [69 diapositivas]. Indicadores de gestión por procesos.

ANEXO 2: ORGANIGRAMA DE ERBB



ANEXO 3: MAPA DE PROCESOS DE ERBB



ANEXO 4: TIPOLOGÍAS DE COSTOS DENTRO DE LOS COSTOS EN LA CALIDAD

CLASIFICACION DE COSTOS EN LA CALIDAD DE UNA EMPRESA			
COSTOS POR PREVENCION	COSTOS POR EVALUACION	COSTOS DE FALLA INTERNA	COSTOS DE FALLA EXTERNA
ANALISIS DE MERCADO	AUDITORIAS	ACCIDENTES	CLASIFICACION
COMPROBACION DE CALIDAD DEL PROCESO	COMPROBACION DE DOCUMENTOS	AVERIA DE EQUIPOS	CONCESIONES EN PRECIO
COMPROBACION DE DOCUMENTOS	CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	CLASIFICACION	COSTOS DE REPARACION
CONSERVACION	INSPECCION DE EMBARQUES	CORRECCION DE EMPRESAS CONTABLES	COSTOS DE INSTALACION EXCESIVOS
DESCRIPCION DE PUESTOS	INSPECCION DE PROTOTIPOS	COSTOS FINANCIEROS EXCESIVOS	COSTOS FINANCIEROS EXCESIVOS
DISEÑO Y FABRICACION DE SOPORTES	INSPECCION DE RECEPCION	COSTOS DE REPARACION	COSTOS DE ALMACENAMIENTO
ENCUESTAS	INSPECCION FINAL	DESECHOS Y CHATARRAS	DESECHOS Y CHATARRAS
ESTUDIOS	INSPECCION DURANTE EL PROCESO	EXCESIVA MANIPULACION DE MATERIALES	ERRORES EN PRECIOS
ESTUDIOS DE TIEMPO Y MOVIMIENTO	INSPECCION EN LABORATORIO	GASTO TELEFONICO EXCESIVO	EXCESIVA MANIPULACION DE MATERIALES
EVALUACION Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES	PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACION DEL PROYECTO	GASTO DE VIAJES EXCESIVOS	GASTO TELEFONICO EXCESIVO
FORMACION	PRUEBAS DE PROCEDIMIENTO	INVENTARIO ECSESIVO	GASTO DE VIAJES EXCESIVO
INSPECCION EN LABORATORIO	REVISION DE PLANOS	NOTIFICACION DE MODIFICACION DE INGENIERIA	GASTOS DE GARANTIA
MANTENCION Y REPARACION DE MAQUINARIA	EVALUACION INTERNA OPERATIVA	OBSOLENCIA DEBIDO A CAMBIOS DE DISEÑO	INACTIVIDAD DE EQUIPOS
PLANIFICACION		PAGOS EXCESIVOS	INSATISFACCION DEL CLIENTE
PROVISIONES		PROVISIONES PARA DESECHOS Y CHATARRA	INVENTARIO EXCESIVO
PROGRAMAS DE INCENTIVO		REDISEÑO	MOROSOS E IMPAGOS
PROTOTIPO DE FABRICACION		REELABORACION O REENSAMBLAJE	MULTAS
PRUEBA DEL PROTOTIPO DE INSPECCION		REINSPECCION	NOTIFICACION DE MODIFICACION DE INGENIERIA
PRUEBAS PILOTO AL PERSONAL		REVISION DE FALLAS	OBSOLENCIA DEBIDO A CAMBIOS DE DISEÑO
PRUEBAS DE CAMPO		ROTACION DEL PERSONAL	PAGOS EXCESIVOS
REDACCION DE PROCEDIMIENTOS		TRANSPORTE URGENTE	PERDIDA DE CUOTA DE MERCADO
REVISIONES DE SEGURIDAD		REPROCESO	REINSPECCION
REVISIONES AL PERSONAL		ACCIDENTE LABORAL	REITERACION DE VISITAS
SELECCIÓN DE CANDIDATOS			REPETICION DE ENSAYOS
SIMULACIONES, MODELOS			RESPONSABILIDAD CIVIL
AUDITORIA INTERNA DE CALIDAD			REVISION DE FALLAS
CONTROL DE CALIDAD			TRANSPORTE URGENTE
EVALUACION A PROVEEDORES			
MANTENCION PREVENTIVA			
EVALUACION Y SATISFACCION DEL CLIENTE			

ANEXO 5: ENCUESTA Nº 1

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	2
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	4
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	4
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	2
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	4
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	5
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	2
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	3
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	4
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	2
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	4
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	1
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	5
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	1
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	1
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	2
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	3
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		49

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	2
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	1
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	2
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	2
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		13
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	2
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	2
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	2
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	3
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	2
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	2
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	1
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	1
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	2
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	1
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	3
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	2
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	1
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	3
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	4
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		32

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	4
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	3
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	3
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	4
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	5
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	2
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	4
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	4
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	3
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	2
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	3
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	3
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		40
TOTAL GENERAL		134

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 134 es a: 7,24%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 134 es a: 9,14%.

Promedio caso1 y caso 2: 8,19%.

Costo en la calidad = (\$20.114.850.000) * (8,19%) = \$1.647.406.215

ENCUESTA Nº 2

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	4
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	1
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	2
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	1
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	5
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	1
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	3
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	6
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	6
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	6
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	1
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	6
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	5
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	2
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	4
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	6
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	6
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		65

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todos nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	1
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	1
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	2
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	6
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	2
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		17
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	2
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	6
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	6
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	6
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	6
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	4
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	6
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	6
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	6
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	6
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	4
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	6
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	6
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	2
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	6
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	1
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		79

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	5
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	5
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	5
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	6
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	6
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	6
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	6
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	6
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	6
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	6
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	6
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	6
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		69
TOTAL GENERAL		230

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 221 es a 16%; luego 230 es a: 16,65%.

Caso2: si 275 es a 20%; luego 230 es a: 16,73%.

Promedio caso1 y caso 2: 16,69%.

Costo en la calidad = (\$20.114.850.000) * (16,69%) = \$ 3.357.168.465

ENCUESTA Nº 3

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	2
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	2
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	2
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	2
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	3
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	5
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	5
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	2
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	2
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	2
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	6
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	1
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	6
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	1
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	2
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	2
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	2
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		47

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	1
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	1
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	2
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	6
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		16
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	1
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	1
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	2
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	2
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	2
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	1
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	1
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	5
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	5
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	2
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	2
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	2
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	2
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	5
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	5
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		39

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	5
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	5
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	5
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	5
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	2
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	2
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	6
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	5
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	5
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	2
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	2
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	1
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		45
TOTAL GENERAL		147

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 147 es a: 7,95%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 147 es a: 10,02%.

Promedio caso1 y caso 2: 8,99%.

Costo en la calidad = (\$20.114.850.000) * (8,99%) = \$ 1.807.319.372

ENCUESTA Nº 4

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	3
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	2
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	3
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	1
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	1
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	3
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	1
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	1
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	3
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	1
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	6
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	1
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	6
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	1
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	1
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	1
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	1
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		36

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	1
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	1
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	1
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	1
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		10
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	1
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	1
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	1
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	1
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	1
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	1
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	1
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	1
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	2
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	2
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	3
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	1
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	1
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	1
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	3
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		22

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	3
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	3
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	4
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	4
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	5
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	4
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	3
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	3
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	3
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	4
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	3
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	1
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		40
TOTAL GENERAL		108

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 55 es a 2%; luego 108 es a: 3,93%.

Caso2: si 110 es a 5%; luego 108 es a: 4,91%.

Promedio caso1 y caso 2: 4,42%.

Costo en la calidad = (\$20.114.850.000) * (4,42%) = \$ 889.076.370

ENCUESTA Nº 5

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	1
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	2
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	2
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	2
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	2
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	2
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	2
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	1
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	1
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	1
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	2
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	1
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	6
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	4
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	3
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	3
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	2
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		37

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	1
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	3
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	1
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	1
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		12
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	1
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	1
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	1
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	1
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	1
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	1
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	1
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	1
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	1
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	1
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	1
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	1
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	1
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	2
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	2
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		18

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	5
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	5
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	5
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	5
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	5
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	3
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	5
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	5
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	5
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	5
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	3
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	2
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		53
TOTAL GENERAL		120

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 120 es a: 6,49%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 120 es a: 8,18%.

Promedio caso1 y caso 2: 7,34%.

Costo en la calidad = (\$ 20.114.850.000) * (7,34%) = \$ 1.475.424.247

ENCUESTA Nº 6

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	3
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	4
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	2
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	2
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	3
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	3
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	2
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	3
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	5
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	4
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	4
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	3
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	4
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	3
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	2
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	2
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	2
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		51

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	2
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	3
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	3
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	2
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	2
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	2
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	2
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	2
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	3
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	4
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		25
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	3
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	3
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	3
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	3
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	2
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	3
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	3
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	3
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	4
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	3
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	3
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	2
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	2
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	2
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	4
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	2
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		45

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	4
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	4
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	4
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	6
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	3
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	3
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	5
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	4
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	4
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	3
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	4
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	3
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		47
TOTAL GENERAL		168

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 168 es a: 9,08%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 168 es a: 11,46%.

Promedio caso1 y caso 2: 10,27%.

Costo en la calidad = (\$20.114.850.000) * (10,27%) = \$ 2.065.795.095

ENCUESTA Nº 7

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	4
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	5
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	3
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	3
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	5
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	5
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	3
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	3
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	1
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	1
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	6
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	6
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	6
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	3
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	1
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	6
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	6
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		67

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	5
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	5
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	6
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	3
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	5
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		29
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	1
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	1
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	3
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	5
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	5
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	3
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	3
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	3
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	4
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	4
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	3
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	1
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	1
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	3
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	6
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		47

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	6
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	6
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	3
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	6
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	6
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	6
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	3
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	6
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	6
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	3
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	6
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	1
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		58
TOTAL GENERAL		201

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 201 es a: 10,87%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 201 es a: 13,71%.

Promedio caso1 y caso 2: 12,29%.

Costo en la calidad = (\$ 20.114.850.000) * (12,29%) = \$ 2.472.115.065

ENCUESTA Nº 8

EN RELACION AL PRODUCTO		
1	Nuestros productos son considerados como estándares de comparación	3
2	No hemos estado perdiendo cuota de mercado frente a nuestros competidores.	3
3	Nuestros periodos de garantía son tan largos como los de nuestros competidores:	3
4	Nuestros productos duran muy por encima de los periodos anunciados de garantía	3
5	Nunca hemos tenido un problema importante de retirada de productos o de garantía	5
6	Nunca nos han hecho una reclamación importante por daños y perjuicios	5
7	Usamos la información de las reclamaciones de garantía para mejorar nuestros Productos	2
8	Nuestros productos no se usan en aplicaciones aeroespaciales o militares	3
9	Nuestros productos no se usan en aplicaciones médicas	3
10	Nuestros productos no se usan como dispositivos de seguridad	3
11	Los fallos de nuestros productos no crean riesgos personales	3
12	Nunca vendemos nuestros productos con descuentos por razones de calidad	4
13	Nuestros productos no requieren etiquetas de precaución	5
14	En el diseño usamos procedimientos de ingeniería claramente definidos.	4
15	Hacemos revisiones formales del diseño antes de lanzar nuevos diseños a producción.	4
16	Antes de comenzar la fabricación, creamos prototipos y los ensayamos a fondo.	4
17	Hacemos estudios de fiabilidad de nuestros productos.	3
SUBTOTAL EN RELACION AL PRODUCTO		60

EN RELACION A LAS POLITICAS		
1	Nuestra empresa tiene una política de calidad. escrita y aprobada por la dirección	1
2	Nuestra política de calidad ha sido informada a todo nuestro personal.	1
3	Se informa a todos nuestros nuevos empleados de la política de calidad	1
4	Consideramos que la calidad es tan importante como el precio o el plazo de entrega	1
5	Sabemos que se deben usar y usamos instrumentos formales para la resolución de problemas	2
6	Consideramos la resolución de problemas más importantes que la asignación de responsabilidades o	2
7	Nuestro departamento de calidad depende directamente de la alta dirección	1
8	Tenemos un sistema para premiar las sugerencias de los trabajadores	1
9	Nuestro clima laboral y la satisfacción de los trabajadores son buenos	2
10	Tenemos un número mínimo de niveles de mando	2
SUBTOTAL EN RELACION A LAS POLITICAS		14
EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		
1	Tenemos procedimientos de calidad escritos	1
2	Nuestro personal recibe algún tipo de formación relacionada con la calidad	2
3	Evaluamos la capacidad de nuestros proveedores para asegurar la calidad	2
4	Controlamos la calidad de los productos que nos suministran nuestros proveedores	1
5	Colaboramos con nuestros proveedores para prevenir problemas antes de que esto sucedan	3
6	Tenemos un programa sistemático de calibración de instrumentos y galas	1
7	Tenemos un sistema formal de acción correctiva	2
8	Usamos la información sobre medidas correctoras para prevenir futuros problemas	1
9	Hacemos mantenimiento preventivo sistemático de nuestros equipos	2
10	Hacemos estudios de capacidad de procesos	2
11	Usamos control estadístico de procesos siempre que es aplicable	3
12	Nuestro personal recibe formación adecuada antes de comenzar a trabajar	2
13	Nuestro personal puede demostrar su habilidad	2
14	Tenemos instrucciones y procedimientos de trabajo escritos	1
15	Nuestras instalaciones muestran una adecuada conservación:	2
16	En nuestras instalaciones nunca tenemos accidentes que supongan pérdidas de tiempo	2
SUBTOTAL EN RELACION A LOS PROCEDIMIENTOS		29

EN RELACION A LOS COSTOS		
1	Sabemos el dinero que gastamos en desechos	3
2	Sabemos el dinero que gastamos en reproceso	2
3	Nuestras horas de re-proceso se siguen e informan de modo independiente	2
4	Sabemos el dinero que gastamos en transporte urgente	4
5	Seguimos los costos de garantía e informamos sobre ellos	2
6	Tenemos algún tipo de informe sobre el costo de la calidad	3
7	Traspasamos fácilmente a nuestros clientes nuestros incrementos de costos	3
8	Los desechos o el reproceso no nos ha forzado a aumentar nuestro precio de venta	3
9	Los costes de garantía no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta:	4
10	Los costos de los seguros de responsabilidad civil no nos han forzado a aumentar nuestro precio de venta	3
11	Nuestra empresa tiene sistemáticamente beneficios	4
12	Nuestros beneficios se consideran excelentes en nuestro sector	3
SUBTOTAL EN RELACION A LOS COSTOS		36
TOTAL GENERAL		139

TOTAL ENCUESTA	CATEGORIA	% VENTAS BRUTAS		
55 - 110	BAJO	2%	A	5%
111 - 220	MODERADO	6%	A	15%
221 - 275	ALTO	16%	A	20%
276 - 330	MUY ALTO	21%	A	25%

Caso1: si 111 es a 6%; luego 139 es a: 7,51%.

Caso2: si 220 es a 15%; luego 139 es a: 9,48%.

Promedio caso1 y caso 2: 8,5%.