



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
POSTGRADO EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑAR UN PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ARENA SÍLICE DEL
DEPARTAMENTO DE MINAS DE GUARDIAN DE VENEZUELA S.R.L**

Presentado por:

Ayestarán Mujica, Vanessa Andreína.

Para optar al título de:

Especialista en Sistemas de la Calidad

Asesor:

Ing. Tania I. Rosario G.

CIUDAD GUAYANA, MAYO 2012.

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso

A la Virgen

A mi Familia

RECONOCIMIENTO

A Dios todo poderoso por abrirme los caminos y colocar en ellos a las personas y situaciones correctas para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres, mis mas fuertes pilares y apoyo, sin ustedes no hubiese podido conseguirlo!

A mi hermana, por haberme incentivado a la realización de este postgrado.

A mi esposo y a mi hija, gracias amor por impulsarme, acompañarme y estar ahí para mi desde el inicio de esta jornada.

A Guardian de Venezuela S.R.L por su apoyo para la realización de esta trabajo.

A mi tutora, la profesora Tania Rosario, por su valiosa asesoría, por su tiempo y dedicación.

A la UCAB, a los profesores y personal administrativo, por sus enseñanzas, por dedicar su tiempo y servir de guía en la realización del postgrado.

INDICE DE CONTENIDO

Índice de Tablas.....	VII
Índice de Figuras.....	VIII
Resumen.....	X
Introducción.....	1
Capítulo I: EL PROBLEMA.....	4
I.1 Marco Referencial del estudio	4
I.2 Planteamiento del problema.....	5
I.3 Formulación de los objetivos.....	8
I.4 Importancia del estudio.....	9
I.5 Tipo de Estudio	10
Capítulo II: REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFIA.....	12
II.1 Fundamentos teóricos.....	12
II.2 Antecedentes bibliográficos.....	24
II.3 Identificación de la empresa objeto de estudio.....	34
Capítulo III: FASE DE DIAGNOSTICO:.....	38

III.1 Metodología para la fase de diagnóstico o detección de la necesidad.....	38
III.2 Planificación del proceso de diagnóstico.....	38
III.3 Proceso de aplicación del instrumento.....	42
III.4 Resultado del diagnóstico.....	43
III.5 Conclusiones del diagnostico.....	63
Capítulo IV: FASE DE ELABORACION DE LA PROPUESTA.....	64
IV.1 Metodología para la fase de elaboración de la propuesta.....	64
IV.2 Planificación del proceso.....	65
IV.3 Aplicación del proceso.....	66
IV.4 Resultado: El plan de mejora propuesto.....	67
Capítulo V: FASE DE EVALUACION DE LA FACTIBILIDAD.....	89
V.1 Metodología para la fase de la evaluación de la factibilidad.....	89
V.2 Planificación del proceso.....	96
V.3 Aplicación del proceso.....	96
V.4 Factibilidad de la propuesta	102
Capítulo VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
VI.1 Conclusiones.....	104
VI.2 Recomendaciones.....	105

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	107
ANEXO.....	110
Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) para los procesos de producción de arena sílice del Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L	111

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Operacionalización de las Variables	39
Tabla 2.- Indicador Calidad de la arena para el periodo estudiado.....	51
Tabla 3.- Criterio de evaluación del Impacto para las causas presentadas en el diagrama de Ishikawa.....	58
Tabla 4.- Impacto de las causas presentadas en el diagrama de Ishikawa.....	59
Tabla 5.- Matriz FODA construida para el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L.	69
Tabla 6.-Rutinas de análisis propuestas por turno.....	82
Tabla 7.-Plan de Mejoras Diseñado.....	88
Tabla 8.- Criterios de Evaluación de la Severidad	92
Tabla 9.- Criterios de Evaluación de la Ocurrencia.....	93
Tabla 10.- Criterios de Evaluación de la Detección	94
Tabla 11.- Criterios de Evaluación del NPR.....	95
Tabla 12.- Operacionalización de las Variables para determinar la factibilidad.....	96
Tabla 13.- Fallas con riesgo obtenidas para cada uno de los procesos	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Distancia geográfica entre la planta y la mina donde se extrae la arena sílice	6
Figura 2.- Mapa Conceptual del estudio	23
Figura 3.- Organigrama de la Departamento de Mina Guardian de Venezuela S.R.L.....	37
Figura 4.- Flujograma del proceso de producción de Arena Sílice.....	45
Figura 5.- Proceso de Extracción.....	46
Figura 6.- Proceso de Pre- Clasificación (Fase I)	46
Figura 7.- Proceso de Clasificación (Fase II)	47
Figura 8.- Proceso de Secado (Fase III)	47
Figura 9.- Proceso de Deposición y Carga (Fase IV).....	48
Figura 10.- Análisis granulométrico.....	49
Figura 11.- Cantidad de camiones recibidos vs. camiones fuera de especificación	50
Figura 12.- Indicador Calidad de la arena para el periodo estudiado....	52
Figura 13.- Defectos de Tridimita Dendrítica vistas al microscopio.....	53
Figura 14.- Diagrama de Ishikawa para el departamento de minas	55
Figura 15.- Diagrama de Ishikawa para la draga	56
Figura 16.- Diagrama de Ishikawa para las fases de Pre-Clasificación y Clasificación del material	57
Figura 17.- Diagramas de Pareto de las causas que afectan actualmente al desempeño de la mina	60

Figura 18.- Proceso para elaborar el Plan de Mejoras del proceso de producción de Arena en la mina de Guardian de Venezuela S.R.L.....	66
Figura 19.- Evolución de la gestión del mantenimiento.....	72
Figura 20.- Mejores Prácticas en empresas de clase mundial.....	73
Figura 21.- Grafica de control para el % Humedad.....	81



UNIVERSIDAD CATOLICA "ANDRES BELLO"
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE INGENIERIA
POSTGRADO EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

**Diseñar un Plan de Mejora Continua para los Procesos de
producción de arena sílice del Departamento de Minas de Guardian
de Venezuela S.R.L**

Autor: Vanessa A. Ayestarán M.
Asesor: Tania I. Rosario G.

Año: 2012

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora continua para los procesos del Departamento de Mina de Guardián de Venezuela S.R.L., orientado a disminuir las devoluciones de la arena sílice que llega a la planta, materia prima utilizada para elaborar el vidrio plano flotado. Se enmarcó dentro la modalidad de proyecto factible, pues se propuso solucionar un problema existente en la empresa, desarrollado en tres fases, la fase diagnóstica se apoyó en una investigación documental sobre los procesos, luego la fase que permitió diseñar el plan de mejora, mediante una investigación en campo, se detectaron como posibles mejoras: promover la identificación del personal con la empresa, entrenar a los nuevos ingresos en la mina sobre los procesos de la planta y el impacto de la arena sílice, la utilización de listas de chequeo y gráficos de control, la realización de auditorías, la gestión de mantenimiento basada en las mejores prácticas adoptadas por empresas de clase mundial y la reformulación de las rutinas de control de calidad; finalmente la fase donde se evaluó la factibilidad de implantar el plan diseñado, utilizando la investigación en campo. La importancia de esta investigación es que ofrece el inicio del control de calidad, basados en la aplicación de acciones preventivas y de la mejora continua, en el proceso de extracción de la arena sílice de la empresa Guardián de Venezuela, S.R.L.

Descriptor: Calidad, Mejora Continua, Mejora de Procesos, Herramientas de la Calidad, AMEF, Kaizen.

INTRODUCCION

Las organizaciones hoy en día se encuentran en búsqueda de procesos de perfeccionamiento, que constituye en si un plan de mejora. Con esta búsqueda pretenden aumentar sus lucros, reduciendo costos, desperdicios y re-trabajos, todo esto junto a una mano de obra comprometida con los resultados de la organización, que es el factor clave para obtener mejores resultados.

Esta búsqueda puede definirse como una mejora continua en las que las empresas u organizaciones pretenden llegar, con tal madurez que no sea practicado como un evento aislado sino como una practica continua en la organización, que permitirá un incremento en la rentabilidad, basada en la mejora de variables que son apreciadas en el mercado como lo son la calidad y el servicio, lo cual podría convertirse en una ventaja diferencial de la empresa frente a sus otros competidores, propiciando de forma constante la generación de ventajas diferenciales que valoricen y aumenten los clientes fieles a la empresa.

Actualmente la empresa Guardian de Venezuela S.R.L, debido a su ramo productivo, el Departamento de Minas, que representa un factor clave en el proceso por ser el responsable de la extracción y producción de arena sílice para la fabricación del vidrio plano, tiene dificultades para conseguir los niveles de calidad y cantidad requeridos por la organización. En este sentido, surge la necesidad de diseñar un plan de mejora para el departamento de minas que conduzca a aumentar el desempeño de sus procesos productivos e incrementar la satisfacción de los clientes, a través del uso de mejores prácticas, técnicas herramientas de mejora.

Este informe representa el resultado de la investigación realizada y está estructurado en los capítulos que se describen a continuación:

- Capítulo I El Problema, compila la propuesta de la investigación, describe el planteamiento del problema, la interrogante de la investigación, la justificación del estudio, los objetivos, la importancia y el tipo del estudio realizado.
- Capítulo II Revisión de la Bibliografía se explica de manera detallada los antecedentes de la investigación y los diferentes conceptos que conforman su basamento teórico.
- Capítulo III Fase de Diagnostico, presenta el estado actual de los procesos llevados en el departamento de minas de Guardián de Venezuela S.R.L., lo conforma la metodología, la planificación, el proceso cumplido para obtener el diagnóstico, con una breve conclusión respecto a la situación actual del proceso que se pretende mejorar.
- Capítulo IV Fase de la Elaboración de la Propuesta, recoge el plan de mejora diseñado para los procesos del Departamento de Minas de Guardián de Venezuela, incluye la metodología, la planificación, el proceso cumplido para diseñar el plan, finalmente la propuesta propiamente dicha, es decir el plan de mejoras diseñado, indicando los objetivos, el alcance y la justificación.
- Capítulo V Fase de la Evaluación de la Factibilidad, incluye la metodología, la planificación y el proceso cumplido y finalmente la evaluación para determinar si es posible la implantación del plan de mejora propuesto.
- Capítulo VI contiene las conclusiones obtenidas en función de los objetivos planteados en la investigación, y las recomendaciones para el Departamento de Minas, en busca de la mejora continua.

De implementarse el plan de mejora diseñado en este proyecto, se considera el primer paso que emprendería el Departamento de Minas de la empresa Guardián de Venezuela, S.R.L., para transitar por el camino de una gestión de calidad.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

A continuación se presenta lo formulado en el proyecto de trabajo de grado, específicamente el contexto del estudio, la formulación del problema, los objetivos y la justificación del estudio de la investigación realizada.

I.1 Marco Referencial del Estudio

En este trabajo se presenta, el desarrollo del Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Especialista en Sistemas de la Calidad. El mismo se desarrolló buscando optimizar el proceso de extracción y producción de arena de sílice, que se lleva a cabo en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L con en el empleo de varias herramientas de la calidad, que permitirán lograr la mejora continua de ese proceso.

La optimización del proceso en referencia se conceptualiza en la organización como una necesidad, la cual se sustenta en el impacto que tiene dicha materia prima, en el proceso medular de la empresa, el cual es la producción de vidrio plano flotado. Además de lo señalado se busca mejorar, y con ello, aumentar la producción de arena con ciertos niveles de calidad que permita no solo abastecer los inventarios de arena para la producción de vidrio, sino también para crear una cartera de clientes, que en un futuro el Departamento de Minas, pueda autofinanciarse con el ingreso de sus ventas.

Este proyecto se considera el primer paso, que se emprendería en el Departamento de Minas, para transitar por el camino de una gestión de calidad. Dicho departamento no esta incluido en el alcance de la certificación ISO 9001:2008 de Guardian de Venezuela S.R.L; por ende, se cree que el desarrollo de esta investigación será un acercamiento hacia la calidad, que

llevara en un futuro a la práctica y el ejercicio de la mejora continua de sus procesos, pudiéndose evaluar el extender dicha certificación al proceso de extracción de arena sílice.

I.2 Planteamiento del Problema

Guardián de Venezuela S.R.L es una empresa productora de vidrio plano, fabricado con el método de “flotado” y única en su tipo en Venezuela. Esta ubicada en la Zona Industrial de Maturín (Estado Monagas), y forma parte de un grupo transnacional llamado Guardian Industries Corp, fundado en 1932 en Estados Unidos. Esta corporación tiene operaciones en los cinco continentes y en más de 19 países del mundo.

El vidrio puede definirse como un cuerpo amorfo, sólido y frágil que resulta del enfriamiento progresivo de una cantidad de óxidos; que se genera después de haber fundidos dichos materiales a 1.500°C, en las proporciones y temperaturas adecuadas. Mas del 70% de la composición del vidrio es Oxido de Sílice (Arena Sílice), la cual está compuesta por 99% mínimo de sílice (SiO₂). Consiste esencialmente de granos de cuarzo molidos a la medida de malla necesaria facilitando así su fusión (punto de fusión 1725 °C). Las impurezas que contiene son alúmina y hierro.

Debido al porcentaje de la arena en la composición del vidrio, ésta es de gran importancia para el proceso, ya que tiene una fuerte inherencia en los resultados de calidad del producto final, y en las condiciones de la etapa de mezclado y fundición de la composición del vidrio durante todo el proceso.

La ubicación geográfica de la planta le permite contar con su propia mina de arena, la cual se considera dentro de su estructura organizativa como el Departamento de Mina de Guardian de Venezuela, S.R.L, y su función es la explotación de arena sílice, que abastece de esta materia prima a la planta y a otros clientes particulares.

Esta empresa de arena se localiza a 77 kilómetros al sureste de la ciudad de Maturín, en la zona del Silencio del Morichal Largo, Estado Monagas-Venezuela, tal y como se muestra en la Figura N° 1 cuenta con una excelente vía para el transporte de la materia prima hasta la Planta ubicada en Maturín.

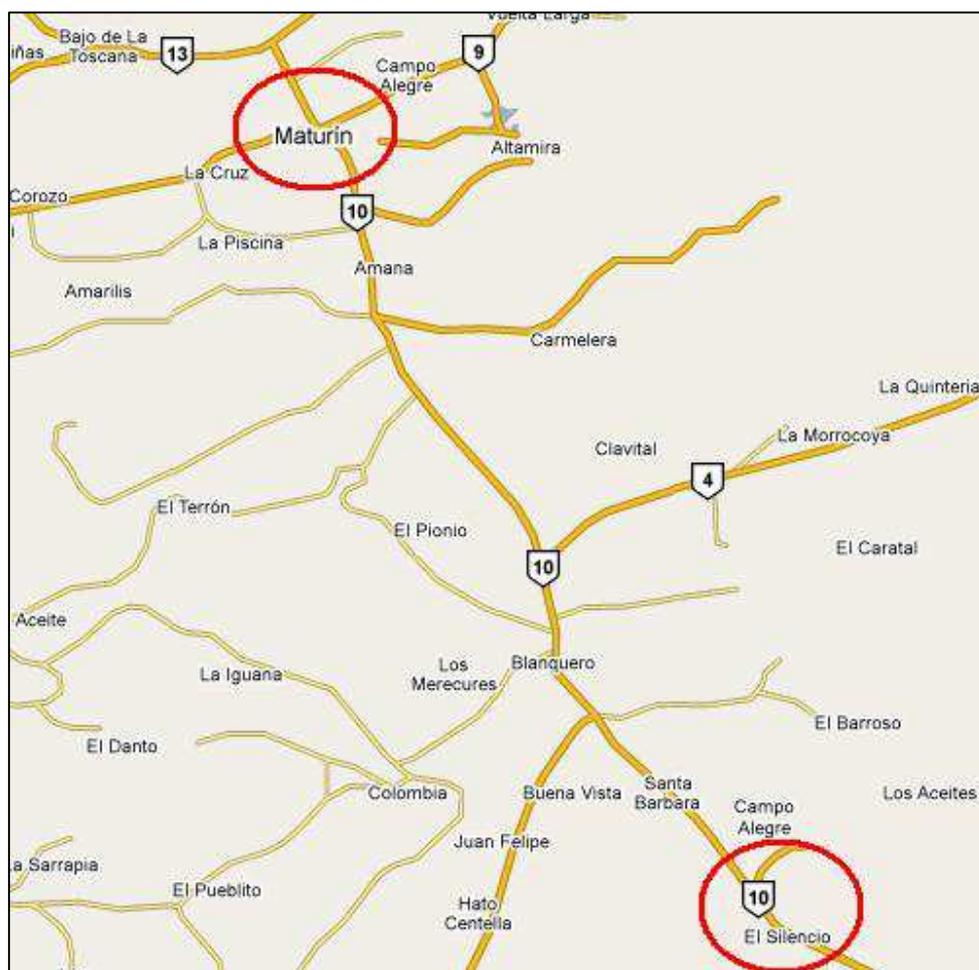


Figura N° 1 .-Distancia geográfica entre la Planta y la mina donde se extrae la arena sílice.

Fuente: <http://maps.google.com>, Agosto, 2011.

A nivel gerencial, en la mina durante los últimos 5 años ha habido mucha rotación de personal, lo cual ha implicado cambios sucesivos que no llegan a estabilizarse y las mejoras que han podido implementarse no se mantienen en el tiempo. Esto ha causado cierta inestabilidad tanto en la conducción de los procesos, como en el ambiente laboral. Sumado a esto, la mina cuenta a nivel de operadores con personas de la zona (pueblo “El Silencio”) con años de antigüedad, personas que a pesar de conocer el proceso y contar con la pericia necesaria no cuentan con una formación integral, inclusive existe cierto grado de analfabetismo; esto ha causado ciertas barreras al momento de tratar de automatizar ciertos controles del proceso. Todo esto en conjunto al deterioro de la estructura física de las fases, a la baja calidad del mantenimiento y la escasez de un plan de mantenimiento preventivo, han contribuido a fallas en el control de los procesos, lo que origina que la calidad de la arena merme, haciendo necesario un reproceso del material lo que genera costos adicionales. Si la arena al llegar a la planta no cumple con las especificaciones establecidas se debe regresar a la mina, lo cual genera gastos adicionales. Es determinante el estado en el que se encuentre la arena en atención a las especificaciones técnicas establecidas, ya que si no cumple con dichas especificaciones se afecta la calidad del producto final (vidrio), o genera problemas en las etapas del proceso por generar obstrucción de ductos o tuberías.

En la mina, en el momento de carga de la arena, se toman muestras y se realiza un control de calidad preliminar. En dicho momento ya el material ha sido procesado, y por ende, no admite correctivos. En caso de detectarse alguna falla el material debe ser objeto de un reproceso. Algunas otras fallas se presentan de manera recurrente en algunas fases debido a: escasez de un buen plan de mantenimiento preventivo, y de un inventario adecuado de repuestos que atiendan dificultades en el proceso.

Todas estas premisas dan a lugar a la siguiente pregunta:

¿Cómo podría el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L conseguir mejoras en la producción de la arena sílice?

Esta pregunta a su vez se divide en las siguientes preguntas específicas como:

¿Cuáles son los procesos involucrados en la producción de arena sílice?

¿Cuál es la situación actual de la producción de arena sílice?

¿Cuáles serían los indicadores que permiten evidenciar mejoras en los procesos de producción de arena?

¿Cuál sería el grado de viabilidad de las mejoras propuestas?

I.3 Formulación de los Objetivos

I.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejora continua para los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardian de Venezuela S.R.L

I.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Describir los procesos de la producción de arena en la mina de Guardian de Venezuela S.R.L
- ✓ Diagnosticar la situación actual de los procesos de producción de arena
- ✓ Definir un sistema de indicadores para medir la mejora continua propuesta.

- ✓ Analizar la factibilidad de implantar un plan de mejoras en el Departamento de Minas

I.4 Importancia del Estudio

En la zona de oriente, específicamente en el Estado Monagas, se encuentran alrededor de cinco minas de arena sílice incluyendo la mina de Guardian de Venezuela. Son pocas, tomando en cuenta la demanda actual del material, debido a la creciente industria de la construcción, lo cual proporciona una buena oportunidad para que las minas de arena puedan surgir y ampliar sus clientes y rentabilidad.

Para la mina de arena de Guardian de Venezuela, es imperativo lograr optimizar las etapas del proceso de extracción de esta materia prima. Teniendo atención primordial en la calidad y cantidad para el consumo y los niveles de inventario necesarios para la producción de vidrio. Y además para que la mina sea capaz de financiarse con el producto de ventas a terceros, que le proporcione los ingresos necesarios para tener capital e ir optimizando las estructuras, equipos y partes de cada una de sus fases.

Para lograr esto, se evaluó la situación actual de la mina con diversas herramientas de la calidad, como el empleo del análisis de modos y efectos de fallos (AMEF), matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), diagrama 80/20 de Pareto, y el diagrama de causa-efectos de Ishikawa.

Con los resultados obtenidos, la mina como tal, podrá dirigir sus propios correctivos y esfuerzos, y planificar la debida inversión en las áreas que resulten críticas y de impacto en el proceso.

I.5 Tipo de Estudio

El presente trabajo está enmarcado dentro de la modalidad de proyecto factible con un diseño de un investigación de tipo documental y de campo, ya que el estudio permitirá conocer y diagnosticar las posibles causas que han generado el estado actual del proceso de explotación de arena en el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L. y como consecuencia se elaborará la propuesta de un plan de mejora que permitirá asegurar y elevar la calidad del proceso, la implantación de este plan de mejora no forma parte del alcance de esta investigación.

El concepto de proyecto factible, según el Manual de Trabajos de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la UPEL (2005), establece que:

“...consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.” (p. 16)

Según la UPEL, el Proyecto Factible implica el cumplimiento de tres fases: Fase de Diagnostico, Fase de Elaboración de la propuesta y Fase de Evaluación de la Factibilidad que serán abordadas en los capítulos III, IV y V respectivamente del presente trabajo.

Por otra parte Hurtado, J. (2000), “Proyecto de Investigación”, define un proyecto factible como:

“un tipo de investigación que intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta.” (p.90)

CAPITULO II

REVISION DE LA BIBLIOGRAFIA

II. 1 Fundamentos Teóricos

Los fundamentos teóricos que sirven de base para la formulación del siguiente proyecto de trabajo especial de grado, se señalan a continuación:

Calidad

Según la norma ISO 9000:2005 se entiende como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos” (p. 8).

Requisito

La norma ISO 9000:2005 lo señala como “necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria” (p. 8)

Satisfacción del Cliente

Según la norma ISO 9000:2005, es la “percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido con sus requisitos” (p.8)

Capacidad

Según la norma ISO 9000:2005 es la “aptitud de una organización, sistema o proceso para realizar un producto que cumple los requisitos para ese producto.” (p.9)

Sistema

Según indica la norma ISO 9000:2005, es la “aptitud demostrada para aplicar los conocimientos y habilidades” (p.9)

Control de Calidad

La Norma ISO 9000:2005 define Control de Calidad como “Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad” (p. 10)

Mejora de la Calidad

La norma ISO 9000:2005 la define como “parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad” (p.10)

Mejora Continua

La norma ISO 9000:2005 la señala como la “actividad recurrente para aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos” (p.10)

Eficacia

La norma ISO 9000:2005 la define como el “grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados” (p.10)

Eficiencia

La norma ISO 9000:2005 la define como la “relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (p.10)

Proceso

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transformaran elementos de entrada en resultados” (p.12)

Producto

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “resultado de un proceso” (p.12)

Proyecto

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos” (p. 13)

Procedimiento

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso” (p. 13)

Característica de la Calidad

La norma ISO 9000:2005 lo define como la “característica inherente de un producto, proceso o sistema relacionada con un requisito” (p. 14)

Conformidad

La norma ISO 9000:2005 lo define como la “cumplimiento de un requisito” (p. 14)

No Conformidad

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “incumplimiento de un requisito” (p. 14)

Defecto

La norma ISO 9000:2005 lo define como el “incumplimiento de un requisito asociado a un uso o especificado” (p. 14)

Acción Preventiva

La norma ISO 9000:2005 la define como la “acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra potencial no deseable” (p. 15)

Acción Correctiva

La norma ISO 9000:2005 la define como la “acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable” (p.15)

Corrección

La norma ISO 9000:2005 la define como la “acción tomada para eliminar una no conformidad detectada” (p.15)

Reproceso

La norma ISO 9000:2005 lo define como la “acción tomada sobre un producto no conforme para que se cumpla los requisitos” (p.15)

Reparación

La norma ISO 9000:2005 la define como la “acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista” (p. 15)

Especificación

La norma ISO 9000:2005 la define como el “documento que establece requisitos” (p. 16)

Inspección

La norma ISO 9000:2005 la define como la “evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiada por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones” (p. 17)

Ensayo/Prueba

La norma ISO 9000:2005 la define como la “determinación de una o mas características de acuerdo con un procedimiento” (p. 17)

Verificación

La norma ISO 9000:2005 la define como la “confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados” (p. 17)

Análisis FODA

H. Gutiérrez (2005) señala que el análisis FODA “Es una estrategia para evaluar a la luz de la misión y de la visión, la situación interna de la organización con el propósito de determinar sus mayores fortalezas y debilidades. En ella se incluyen formas de organización y dirección, cultura organizacional, desempeño de las organización, tecnologías, competencias, recursos etc. En general, las situaciones internas que favorecen o impiden, facilitan o dificultan la realización de la misión y visión de la organización.” (p. 326)

“Con el análisis FODA se deben conocer las Fortalezas y Oportunidades de una organización (las oportunidades que ofrece el entorno en razón de las fortalezas de una organización), así como las Debilidades y Amenazas, es decir, las amenazas y peligros que representan o acarrea el entorno como consecuencia de las *debilidades* de una organización. El supuesto análisis es que a mayor capacidad de una organización (fortaleza), existen mayores oportunidades para realizar exitosamente sus fines; mientras que a mayores puntos vulnerables (debilidades) de una organización, mayores son los peligros y *amenazas* que obstaculizan o impiden la realización de la visión y la misión. “ (p.326)

Análisis de Modos y Efectos de Fallos (AMEF)

El método AMEF es una herramienta de la planificación de la calidad, que se vale de un método analítico estandarizado, para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total de los problemas que puedan surgir durante el diseño y fabricación de un producto, identificar las acciones que puedan eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra una falla potencial, y documentar el proceso. Es una técnica relativamente sencilla y que arroja resultados concretos en lo que a mejoramiento de la calidad se refiere, en pro de la satisfacción del cliente.

El fundamento de la metodología AMEF es la identificación y prevención de las averías o fallas que se conocen, es decir, que se han presentado en el pasado o potenciales, es decir, que aun no han ocurrido pero que pueden presentarse. Si se identifican modos de fallas potenciales se deberán iniciar acciones de mejora para eliminar las causas o ir disminuyendo su ocurrencia en el proceso, dándole prioridad a las fallas que aquellas pudiesen generar. En tal sentido, es importante evaluar los tres criterios que permiten definir el Orden o Número de Prioridad del Riesgo (NPR), como los son: La Ocurrencia o Frecuencia de la Falla (O), la Severidad o grado de efecto de ésta (S), y la Facilidad de la Detección de la misma (D).

Con lo anteriormente expuesto se pueden puntualizar todas las acciones que implica el empleo de esta técnica.

- a) Evaluar los efectos de las fallas potenciales del producto o proceso.
- b) Identificar modos de fallas potenciales del producto o proceso.
- c) Detectar causas potenciales de manufactura o ensamble.
- d) Identificar variables importantes del producto o proceso.
- e) Establecer acciones para mejorar el producto o proceso.

f) Enfocar controles para la prevención o detección de las condiciones de falla.

Con el desarrollo del AMEF es posible entonces llegar a alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial de manera preventiva y correctiva.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso
- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- Satisfacer al cliente

Diagrama de Pareto

Según H. Cantú (2006) es la “Herramienta utilizada en programas de mejoramiento de la calidad para identificar y separar en forma crítica los pocos proyectos que provocan la mayor parte de los problemas de la calidad” (p. 285)

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que el 80% de la riqueza de una sociedad está en manos del 20% de la población, dando así origen al denominado “Principio de Pareto”. Juran toma este principio y lo aplica a la distribución de las causas de un problema, donde el 80% de los efectos de un problema son proporcionados por el 20% de las causas involucradas. Viéndolo de otra forma, el 20% de lo importante genera el 80%

de los resultados, el 20% de los productos genera el 80% de los ingresos, el 20% de los clientes generan el 80% de las ventas.

H. Cantú (2006) señala que “el diagrama de Pareto es una gráfica de dos dimensiones que se construye listando las causas de un problema en el eje horizontal, empezando por la izquierda para colocar aquellas que tienen un mayor efecto sobre el problema, de manera que vayan disminuyendo en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: el lado izquierdo representa la magnitud del efecto provocado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efecto de las causas, empezando por la de mayor magnitud.”(p. 286)

Diagrama de Causa-Efecto (también conocido como diagrama de Ishikawa)

H. Gutiérrez (2005) indica que “el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se ajustan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subrayas. Por ejemplo, una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas en manufactura son los de: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente, con lo que el diagrama de Ishikawa tiene una forma semejante” (p.166) a la de una espina de pescado.

Kaizen

La Fundación Iberoamericana para la gestión de la calidad en su boletín electrónico nº3 de Mayo 2006 indica que Kaizen se refiere a un “término de origen japonés que significa Kai ”cambio”, zen “Mejora”, que aplicado a la filosofía de la Calidad en el Occidente se puede definir como Mejora Continua”. (p.6)

Por otra parte Leon M. (2003) indica que “la filosofía Kaizen (desarrollada originalmente en el Japón) supone que nuestra forma de vida –sea nuestra vida de trabajo, vida social o vida familiar- merece ser mejorada de manera constante.

El mensaje de la estrategia de Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la empresa.

Mejorar y superar los estándares es el gran objetivo del Kaizen. Mejorar los estándares significa establecer estándares más altos. Una vez hecho esto, el trabajo de mantenimiento por la administración consiste en procurar que se observen los nuevos estándares. El mejoramiento duradero sólo se logra cuando la gente trabaja para estándares más altos

Kaizen genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejores. La forma de pensamiento orientada al proceso llena el vacío entre el proceso y el resultado, entre los fines y los medios, y entre las metas y las medidas, y ayuda a las personas a ver todo el cuadro sin desviaciones. Kaizen no requiere necesariamente un técnica sofisticada o tecnología avanzada. Para implantar el Kaizen sólo se necesitan técnicas sencillas, convencionales, como las herramientas del control de calidad.

El mejoramiento continuo muestra cuatro aspectos fundamentales:

- Kaizen del proceso
- Kaizen del tiempo
- Kaizen del hombre

➤ Kaizen de la tecnología

El Kaizen del proceso hace hincapié en el proceso en sí mismo, en el control del proceso y en la mejora continua del mismo. Ello tiene lugar mediante el continuo proceso de Planificación – Ejecución – Revisión y Acción.

El Kaizen del tiempo es un recurso estratégico. El Just in Time es fruto del Kaizen aplicado al tiempo, al lograr mayor velocidad, produciendo ventajas competitivas.

El Kaizen del hombre arranca de la premisa de que “el hombre es el recurso más importante de la organización”. La calidad total no puede conseguirse sino se acepta como premisa básica la necesidad de la participación de todos los empleados en la dinámica de la mejora de las operaciones hacia el “cero defectos”.

El Kaizen de la tecnología busca el mejoramiento continuo de la capacidad tecnológica mediante la investigación que provee un mayor conocimiento con vistas a su aplicación sistematizada. “

Las principales actividades, herramientas e instrumentos son:

- Control Total de Calidad – TQM
- Círculos de Calidad
- Sistemas de Sugerencias y/o alertas
- Automatización (de procesos productivos o administrativos)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Gestión de la energía
- Kanban
- Satisfacción al cliente
- Justo a Tiempo
- Cero Defectos
- Tiempos de preparación (SMED)

- Productividad y calidad administrativa (Gestión burocrática)
- Diseño de Servicios
- Coste Kaizen
- Gestión eficaz de trabajo en equipo
- Ciclo de Deming

De igual Manera Ortiz. D y Rodríguez M. (2006) en otro contexto señalan la relación de la mejora continua (Kaizen) con los desperdicios en los procesos. Los desperdicios a los cuales se hace mención se conciben como toda aquella actividad que agrega costo pero no valor; los autores señalan que:

“...de acuerdo con Imai (1998), el sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la lucha continua en la eliminación de desperdicios. Una lucha implacable y sin respiro en la necesidad de eliminar los factores generados de improductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes, y defectos de calidad, todo lo cual origina pérdida de participación en el mercado, con caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores” (p.74)

Mapa Conceptual del Estudio

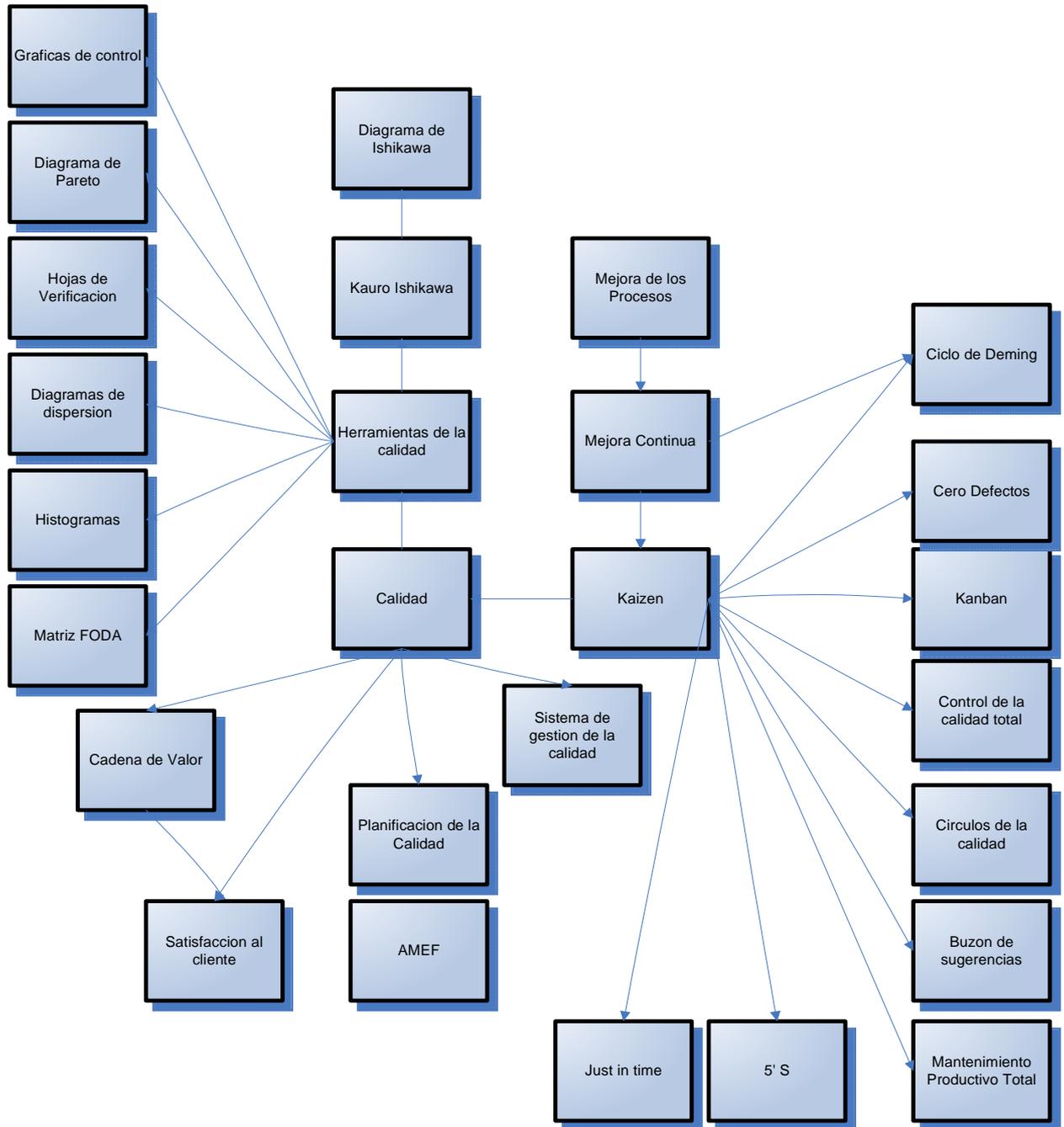


Figura N° 2 .- Mapa Conceptual del Estudio

Fuente: La Autora (2011)

II. 2 Antecedentes Bibliográficos

A nivel nacional, en el año 2002 se decreto en la Gaceta Oficial N 37.555, la Ley del Sistema Venezolano para la Calidad. En el artículo 6 del capítulo II de dicha ley se señala, que todas “Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, están obligadas a proporcionar bienes y prestar servicios de calidad”. Lo cual estimula a nivel legal la búsqueda de las empresas en satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes ofreciendo productos de calidad lo que a su vez conlleva a buscar la mejora continua que permita mejorar y mantener la calidad proporcionada en el tiempo.

Se puede señalar que la mejora continua tuvo su origen en el enfoque dado por Shewhart (1924) “quien estableció que el mejoramiento continuo se orientaba hacia la reducción constante de la variabilidad de los procesos, ya que se consideraba a ese factor como el principal causante de los problemas relacionados con la falta de calidad en aquellos tiempos en que la estandarización comenzaba a ser la plataforma para el despegue de la industria”. Este concepto evolucionó en 1986 con los japoneses, a través de la introducción del término Kaizen (Mejoramiento Continuo) por Masaaki Imai, “el cual se debe concretar no solo en los procesos productivos sino en todas las operaciones de la empresa, siempre con una orientación hacia la satisfacción del cliente”

Una de las formas de lograr aplicar el mejoramiento continuo es mediante el uso de las siete herramientas de la calidad. Dichas herramientas fueron introducidas por Kaoru Ishikawa en 1976, “como una respuesta a la necesidad de los círculos de la calidad japoneses de contar con procedimientos claros y objetivos para el análisis y solución de problemas en programas de mejoramiento continuo. Según Ishikawa, con las siete

herramientas básicas se puede resolver 95% de los problemas que presenta una organización, sobre todo en el área productiva.”

Las siete herramientas básicas de la calidad, han servido de base para el mejoramiento continuo de los procesos, ellas comprenden:

1. Histograma
2. Diagrama Causa-Efecto (Espina de Pescado o Diagrama de Ishikawa)
3. Hojas de chequeo o comprobación
4. Graficas de control
5. Diagramas de dispersión
6. Estratificación
7. Diagramas de Pareto

Además de estas siete herramientas determinadas por Ishikawa, existen otras técnicas y herramientas que complementan la búsqueda de la mejora continua de los procesos, entre ellas se pueden mencionar la matriz FODA, Análisis de Modo y Efectos de Fallos (AMEF) (ver II.1 Fundamentos Teóricos)

La matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) permite evaluar la situación interna de la organización frente a la evaluación del entorno de la misma, logrando detectar “las áreas y aspectos en los que la organización es fuerte así como en donde y en que radican sus mayores debilidades. Asimismo, se determinan las áreas o aspectos de mayor oportunidad y que situaciones externas representan los mayores riesgos para el éxito de la organización.” (H. Gutiérrez, 2005)

Por otro lado, en la nota técnica de prevención NTP-679 titulada “Análisis modal de fallos y efectos. AMFE” utilizada por el gobierno de España, se

señala que el análisis de modos y efectos de fallos (AMEF), fue aplicado por vez primera por la industria aeroespacial en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis del proceso productivo en la industria automotriz que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de Análisis Modal de Fallas, Efectos y su Criticidad (AMEFC), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de las fallas.

El propósito del AMEF consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de falla potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos con el objeto de asegurar que los modos potenciales de falla sean considerados (evaluados) y encaminados (minimizados).

El uso en conjunto de ciertas herramientas de la calidad junto con la matriz FODA y el análisis de modo y efectos de fallos (AMEF) han proporcionado estudios y análisis completos que logran llegar a acciones correctivas efectivas para lograr la mejora de los procesos, tal como se evidencia en los resultados obtenidos en los siguientes estudios:

✓ Arvanitoyannis, I & Varzakas, T. (2007) "A conjoint study of quantitative and semi-quantitative assessment of failure in a strudel manufacturing plant by means of FMEA and HACCP, Cause and Effect and Pareto diagram".

Los objetivos principales de este estudio fueron:

1.- Aplicar el FMEA para la determinación del riesgo en la industria del studel

2.- Utilizar el análisis preliminar de riesgo para compararlo con los puntos de control crítico en la fábrica de strudel.

3.- Aplicar el diagrama de Ishikawa al proceso.

4.- Aplicar el diagrama de Pareto para complementar los resultados obtenidos por el FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

Referente a este estudio se pueden señalar las siguientes observaciones:

a) El énfasis principal de la identificación de riesgo fue determinar los RPN (number of Priority of Risk) por proceso riesgoso identificado, resultando con mayor RPN los procesos de empaque, almacenaje, distribución, refrigeración y horneado.

b) Se aplicaron acciones correctivas y los RPN recalculados disminuyeron.

c) La aplicación de los diagramas de Ishikawa y de Pareto, lograron validar las conclusiones obtenidas del análisis de FMEA.

d) La aplicación conjunta de FMEA y del sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) es considerado fructífero e imperativo.

✓ Arvanitoyannis, I & Varzakas, T. (2007) "Application of failure mode and effect analysis (FMEA), cause and effect analysis and Pareto diagram in conjunction with HACCP to potato chips manufacturing plant".

Para este estudio los objetivos planteados se señalan a continuación:

1.- Aplicar el FMEA para la determinación del riesgo en la fabricación de hojuelas de papas.

2.- Utilizar el análisis preliminar de riesgo para el modo de ocurrencia de falla en la cadena de fabricación de las hojuelas de papas.

3.- Identificar los CCPs (Critical Control Points) mediante la implementación del diagrama de causa-efecto (diagrama de Ishikawa)

4.- Aplicar el diagrama de Pareto para optimizar los resultados del análisis de FMEA

De este artículo se pueden indicar las siguientes observaciones que forman parte de los resultados obtenidos:

a) El énfasis principal de la identificación de riesgo fue determinar los RPN por proceso riesgoso identificado, resultando con mayor RPN los procesos de empaque, almacenaje, recepción, el proceso de freír y distribución de las hojuelas de papas.

b) Se aplicaron acciones correctivas y los RPN recalculados disminuyeron.

c) La aplicación de los diagramas de Ishikawa y de Pareto, lograron validar las conclusiones obtenidas del análisis de FMEA.

d) La aplicación conjunta de FMEA y del sistema HACCP es considerado fructífero e imperativo.

✓ Varzakas, T. & Arvanitoyannis, I. (2007) "Application of failure mode and effect analysis (FMEA), cause and effect analysis and Pareto diagram in conjunction with HACCP to Corn Curl manufacturing plant".

Para este caso se plantearon los siguientes objetivos:

1.- Aplicar el FMEA para la determinación del riesgo en la industria de fabricación de maíz.

2.- Utilizar el análisis preliminar de riesgo y el diagrama de Ishikawa para predecir el modo de ocurrencia de falla en la cadena de fabricación del maíz.

3.- Identificar los CCPs mediante la implementación del diagrama de causa-efecto (diagrama de Ishikawa)

4.- Aplicar el diagrama de Pareto para optimizar los GMOs (genetically modified organisms) y los resultados del análisis de FMEA

De la investigación realizada por Varzakas, T. & Arvanitoyannis, I. (2007), se pueden señalar los siguientes aspectos relevantes:

- a) El énfasis principal de la identificación de riesgo fue determinar los RPN por proceso riesgoso identificado, resultando con mayor RPN los granos de maíz y aceite vegetal
- b) Se aplicaron acciones correctivas y los RPN recalculados disminuyeron.
- c) La aplicación de los diagramas de Ishikawa y de Pareto, lograron validar las conclusiones obtenidas del análisis de FMEA.
- d) La aplicación conjunta de Sistema de prevención GMOs con los Sistemas de Manejo de la Calidad para la Industria del Snack es considerado imperativo.

✓ Arvanitoyannis, I. & Savalides, S. (2007) "Application of failure mode and effect analysis an cause and effect analysis and Pareto diagram in conjunction with HACCP to a chocolate-producing industries: a case study of tentative GMO detection at pilot plant scale"

En este caso Arvanitoyannis y Savalides tomaron como estudio una planta de fabricación de chocolate, planteándose los siguientes objetivos principales:

- 1.- Aplicar el FMEA en el proceso de fabricación de chocolate para la determinación de los puntos susceptibles a la generación de GMOs (organismos genéticamente modificados)
- 1.- Usar los métodos de análisis Preliminar de riesgo y Diagramas de Falla para predecir la ocurrencia de la falla en el sistema de cadena de comida, basado en las funciones, características y/o interacciones de los ingredientes o los procesos involucrados.
- 2.- Aplicar el diagrama de causa efecto (Diagrama de Ishikawa) y el Diagrama de Pareto para optimizar los resultados obtenidos por la aplicación del FMEA.

Los resultados obtenidos fueron:

- a) La Lecitina de soya y el syrop de glucosa presentaron los RPN mas altos (576 y 504 respectivamente), luego de tomar acciones correctivas dichos valores fueron menores a 130.
- b) el uso en conjunto de el análisis de falla, el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto permiten avalar los resultados obtenidos por el FMEA.
- c) La incorporación del sistema de prevención de los GMO no es solo considerado factible sino imperativo para dicha cadena de alimento.

✓ Arvanitoyannis, I & Varzakas, T. (2008) "Application of ISO 22000 and failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Industrial Processing of Salmon: a case study"

Para este estudio del proceso de producción del salmón se plantearon los siguientes objetivos:

- 1.- Aplicar el FMEA para la determinación del riesgo en la industria del salmón.
- 2.- Aplicar el análisis preliminar de riesgo para predecir la ocurrencia de los modos de falla en el sistema de la cadena de alimento (planta de procesamiento del salmón).
- 3.- Realizar una comparación entre ISO 22000 con HACCP para el procesamiento y empaquetado del salmón.

Los aspectos relevantes señalados a lo largo del artículo son:

- a) Se determinó los RPN mediante la aplicación del FMEA, obteniendo que los procesos con mayor riesgo son: recepción del pescado, selección e identificación, renovación, realización del filete, enfriamiento/congelación y distribución.
- b) Se aplicaron acciones correctivas y los RPN recalculados disminuyeron.

c) La aplicación de los diagramas de Ishikawa convergen y corroboran los resultados obtenidos en el análisis de riesgo y en el FMEA.

Los resultados obtenidos por los artículos a los cuales se hace referencia, permiten apreciar las ventajas de utilizar de forma combinadas las herramientas de la calidad con otras técnicas de mejora de procesos, lo cual es lo que se busca lograr en el presente estudio. Es necesario hacer notar el aporte que dan dichas investigaciones en cuanto a los análisis de resultados y la presentación de grafica de los mismos, los presentan de forma muy detallada permitiendo apreciar los beneficios de la utilización de dichos diagramas.

La aplicación de la mejora continua en las empresas ha dado como fruto diversas investigaciones en el tema, la mayoría refleja los beneficios obtenidos de la práctica de la mejora continua y los objetivos alcanzados con las diferentes herramientas.

Ortiz D. y Rodríguez M. (2006) en el artículo "Implementación de la Metodología Kaizen para incrementar el Rendimiento de la Madera en un Empresa Exportadora de Productos de Balsa" describen la implementación de la metodología Kaizen en una empresa exportadora de madera de balsa con el fin de incrementar el rendimiento de la madera en los talleres de producción. En este artículo se evidencian todas las actividades realizadas para cada una de las etapas de la metodología Kaizen a través de las que se logro un incremento en el rendimiento de la madera en un 14%, superando las expectativas de los gerentes de la empresa. Este aumento se traduce directamente a una disminución en costos de materia prima y a su vez aumento en rentabilidad de la compañía.

La empresa donde se realizó el proyecto es Maderasa, ubicada en Ecuador; el objetivo principal de la investigación fue el reducir el desperdicio de madera a través de la implementación de la metodología Kaizen.

Los investigadores evaluaron varias de las metodologías de mejora como Gerencia de la Calidad Total (TQM), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Justo a tiempo (JIT) y Kaizen, y luego de evaluarlas se escogió la metodología Kaizen para alcanzar el objetivo planteado. Para aplicar Kaizen siguieron el proceso DMAIC, comenzando por la definición exacta del problema, medición realizada junto con los trabajadores involucrados, la selección de las alternativas de mejora, la implementación de las mejores soluciones y el proceso de control que garantiza la mejora lograda.

La Fundación Iberoamericana para la Gestión de la calidad (FUNDIBEQ), en su Boletín Electrónico “Aprender de los Mejores” publicado en Mayo del 2006 describe la experiencia que ha tenido la empresa SOFASA en la aplicación de Kaizen dentro de su organización.

SOFASA es una sociedad anónima cuyo objetivo social es el ensamble, fabricación y venta de toda clase de vehículos automotores, como de las partes, componentes y repuestos destinados a ellos. El 60% de sus acciones pertenece a Renault, el 28% a Toyota y el 12% a Mitsui.

Consciente de que el mejoramiento se logra cada día, SOFASA implementó desde 1996 la cultura Kaizen, cuyo diseño fue resultado de la adaptación, por parte de la ensambladora, de la metodología de equipos Kaizen de Toyota, enriquecida a lo largo del tiempo con herramientas de grupo Renault, ambos accionistas de la compañía.

Ellos conciben a Kaizen como una práctica gerencial exitosa aplicada al desarrollo del talento humano de la organización, que tiene como objetivo promover el trabajo en equipo y la participación de los trabajadores por medio de una metodología de análisis y solución de problemas, para lograr resultados en calidad, costos, productividad, salud ocupacional y gestión

ambiental. En este sentido, se alcanza además de la participación y motivación de las personas, un desarrollo natural de liderazgo participativo. Los trabajadores conforman equipos llamados “equipos Kaizen” y se fundamentan en cuatro elementos básicos:

- Lograr un mejoramiento continuo
- Trabajar en equipo
- Tomar decisiones con base en datos (Herramientas Estadísticas)
- Seguir una metodología de trabajo (ruta de la calidad)

La ruta de la calidad que la empresa maneja comprende los siguientes pasos:

- Seleccionar el tema
- Elaborar situación Actual y Objetivo
- Investigar causas
- Establecer soluciones
- Aplicar y verificar contramedidas
- Estandarizar.

Esta filosofía ha tenido una gran aceptación dentro de la empresa SOFASA, prueba de ello es la cantidad de equipos y personas ha incrementado consecutivamente desde 1995 donde solo tenían solo 8 trabajadores y en el 2005 tenían 419 trabajadores multidisciplinarios, además de esto también ha mejorado ostensiblemente la calidad de sus trabajos. También se han logrado ahorros significativos para la compañía donde en el 2000 se alcanzo en ahorros 110 mil dólares aumentando consecutivamente obteniendo 471 miles de dólares para el año 2005.

Otro sector que se ha beneficiado de la aplicación de Kaizen ha sido el Sector Salud, prueba de ello se encuentra en la Monografía publicada por León M. en Junio del 2003 titulado “Kaizen y su aplicación en instituciones de salud. Su aplicación en materia de mejoramiento continuo en los niveles de calidad, productividad y costos”. En esta monografía el autor da a conocer el método Kaizen de mejora continua, con el objeto de mejorar de manera consistente y armónica los niveles de calidad, productividad, costos, tiempos de prestación de servicios y satisfacción de los pacientes, en las instituciones dedicadas al cuidado de la salud.

El autor indica las distintas herramientas, métodos, instrumentos y sistemas destinados a lograr los objetivos anteriormente planteados y a lo largo del desarrollo del trabajo abarca los distintos problemas vinculados con las instituciones dedicadas a los servicios de salud y como solucionar estos, hace hincapié en los diversos desperdicios y despilfarros, poniendo mucho énfasis en aquellos desperdicios vinculados con las actividades y/o procesos burocrático-administrativos.

II. 3 Identificación de la Empresa objeto de estudio

Guardian Industries fue fundada en 1932, tiene más de 70 años en el mercado del vidrio flotado. Cuenta con más de 19 mil empleados alrededor del mundo y tiene operaciones en 19 países, distribuidas en los cinco continentes, incluyendo 29 plantas de producción de vidrio flotado. También posee centros de producción de espejos, vidrio grabado, templado, vidrios con características especiales de refracción de la luz, producción de fibra de vidrio y sus derivados, ramo en el que Guardian esta posicionada como la número uno a nivel mundial. La empresa es considerada líder mundial en la producción y comercialización de vidrio flotado, y ha recibido reconocimientos por la calidad de sus productos de importantes firmas como Ford Motors quien le otorgo en el año 1998 el certificado “Q1”, así como también en el

año 1996 “QS 9000” emitido por Ford Company, General Motors y Chrysler; tal certificado se otorga por la alta calidad del vidrio para automóviles.

Esta empresa también cuenta con una división de plásticos para producir partes y piezas de carrocerías de vehículos para Ford, General Motors y Chrysler en los Estados Unidos. En América latina, Guardian tiene cuatro plantas de producción de vidrio flotado ya en operaciones: dos en Brasil, “Guardian Do Brasil” (Sao Paulo y Rio de Janeiro), “Guardian De Venezuela” (Maturín - Venezuela) y “Guardian El Marques” (Querétaro - México).

GUARDIAN DE VENEZUELA S.R.L

Guardian de Venezuela es una empresa instalada en la ciudad de Maturín, Estado Monagas- Venezuela desde finales de año 1990, como una división de la empresa norteamericana Guardian Industries Corp. Guardian de Venezuela, cuenta con *307 trabajadores* y una capacidad de producción nominal aproximada de 480 toneladas diarias de vidrio flotado de la más alta calidad.

Guardian de Venezuela fue nombrada la empresa exportadora del año 1995 y fue seleccionada por la prestigiosa organización Viva Venezuela en el año 1998, como ejemplo a seguir por su proceso innovador de alta calidad.

A Guardian de Venezuela le fue otorgado el certificado ISO 9002 en el año 1997, en el año 2003 le fue otorgado el certificado ISO 9001-2000, y actualmente ya se encuentra certificada con la ISO 9001-2008, certificaciones emitidas por el British Standards Institute (BSI) el cual es un organismo de prestigio internacional con sede en Inglaterra. Sin embargo, desde un comienzo el proceso certificado fue el de producción de vidrio plano flotado desde el almacenamiento de las materias primas hasta la comercialización del vidrio, quedando fuera de la certificación del sistema de gestión de la calidad el proceso de explotación de arena sílice en el Departamento de Minas.

Misión de la Empresa

La declaración de la Misión (Kinicki y Kreitner, 2003) corresponde a la “razón de ser” de una organización. En este sentido, la declaración de la misión de Guardian de Venezuela S.R.L, es:

“Que nuestra gente se sienta respetada, que sea tratada con profesionalismo, que sea escuchada, y que sus ideas sean valoradas. Creemos y mantenemos una cultura en la cual la gente tiene oportunidades para contribuir, aprender, crear e incrementar su aporte a la organización. “

Visión de la Empresa

La visión (Kinicki y Kreitner, 2003) es un objetivo a largo plazo en que se describe “que” quiere ser una organización en el futuro. La visión de Guardian de Venezuela S.R.L, es:

“Ser los mejores en la captación, contratación, desarrollo y retención de un recurso humano competente, que nos permita fortalecer nuestro equipo de trabajo el cual es orientado hacia la satisfacción total de nuestros clientes”.

Departamento de Mina

Es propiedad de Guardian de Venezuela S.R.L., desde al año 1993, funcionando bajo el nombre de MORINCA, CA. y legalmente el año 2000 como Guardian de Venezuela, S.R.L. Cuenta con una extensión de terreno de 200 ha, asegurando una reserva mineral con propiedades físicas y económicas para su aprovechamiento y la vida operativa de la mina

Dicha mina tiene una capacidad de producción que permite suministrar el consumo necesario a la planta, e inclusive maneja también la opción posibilidad de vender material a otras empresas

El Departamento de Minas, por la distancia que se encuentra de la planta (ver Figura 1), cuenta con una estructura organizacional (ver Figura 3) que incluye un equipo de producción y mantenimiento independiente a los equipos de producción y mantenimiento de planta, teniendo en este sentido tu propio ámbito de actuación, pero a su vez por convertirse en el primer y mas importante proveedor, reporta directamente al director de Producción de la planta, para de esta manera asegurar su seguimiento y supervisión garantizando el suministro de esta materia prima.

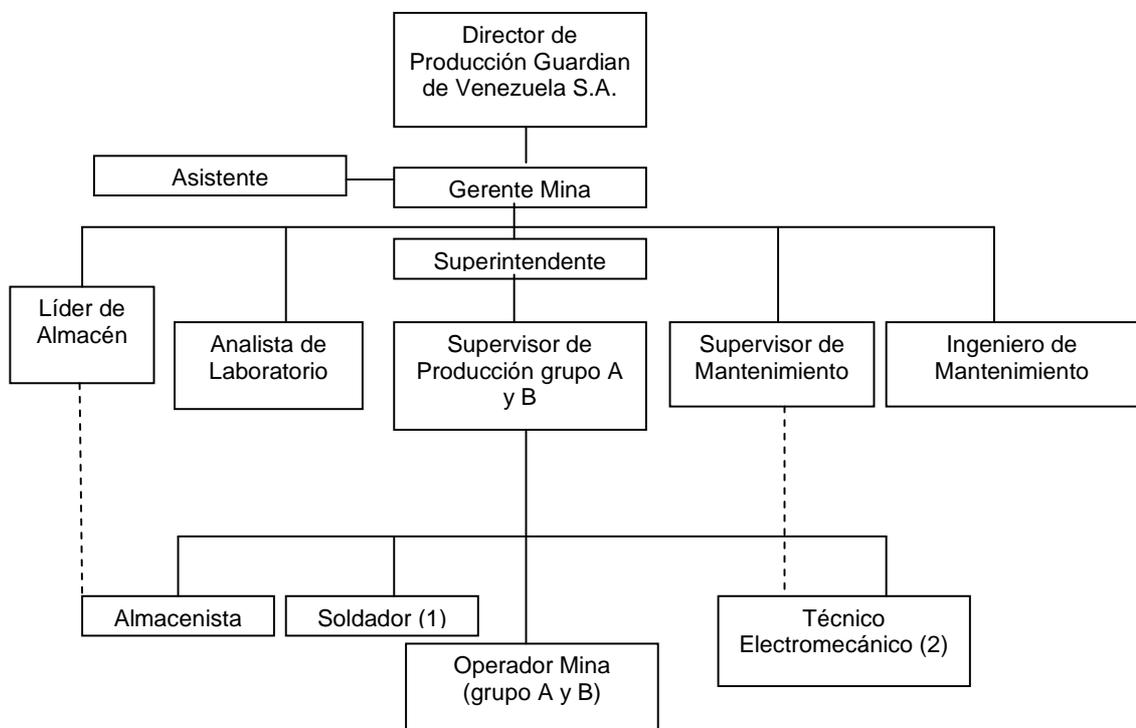


Figura N° 3.- Organigrama del Departamento de Mina de Guardian de Venezuela S.A.

Fuente: La Autora (2011)

CAPÍTULO III

FASE DE DIAGNOSTICO

La fase Diagnóstica o Detección de la Necesidad corresponde a la primera fase del proyecto factible, modalidad en la cual se desarrolla la investigación, en esta se realiza el diagnostico actual de los procesos llevados a cabo en el Departamento de Minas para la producción de arena sílice y la definición de los indicadores que van a permitir medir el impacto de las mejoras que sean implantadas en los procesos que realiza esta unidad organizativa de Guardián de Venezuela, S.R.L.

III.1 Metodología para la fase de Diagnóstico o Deteccion de la Necesidad

La metodología desarrollada fue la indicada en la proyecto del trabajo especial de Grado. Los datos se recolectaron a través de una serie de visitas al Departamento de Minas donde, por medio de entrevistas, mesas de trabajo, y técnicas de la calidad (brainstorm, flujogramas, diagramas de proceso, diagramas de ishikawa,...) se logro recolectar la información necesaria que, luego de su procesamiento permitió realizar un diagnóstico de los procesos llevados a cabo en la mina de arena, logrando identificar los focos de mejora, que fueron utilizados para el diseño de la propuesta.

III. 2 Planificación del Proceso de Diagnostico

Como herramienta para la planificación del proceso de diagnostico fue realizada la operacionalización de las variables del estudio relacionas con el objetivo general y los objetivos especificos, permitiendo marcar un punto de partida para el desarrollo del diagnostico.

TABLA N° 1.- Operacionalización de las Variables

OBJETIVO GENERAL: Diseñar una propuesta de mejora continua para el proceso de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardian de Venezuela S.A., mediante la aplicación de las herramientas de la calidad				
OBJETIVO ESPECIFICO	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO
Describir los procesos llevados a cabo en la producción de arena en la mina de Guardian de Venezuela S.R.L	Procesos de Explotación y Producción del Departamento de Minas de Guardian de Venezuela.	Conjunto de elementos de entrada, que son procesados, obteniéndose un bien (producto o servicio) como salida o resultado.	Elementos de entrada	Entrevistas, observación Directa, Revisión Documental.
			Actividades / Procedimientos	
Definir un sistema de indicadores para medir la mejora continua propuesta.	Procesos de Extracción y producción de arena Sílice e impacto de los mismos.	Conjunto de Etapas claves de los procesos de producción y control de la arena sílice	Elementos de Salida	Revisión Documental, mesas de trabajo, resultados herramientas de la calidad
			Resultados Obtenidos	
			Procesos de Extracción y producción de arena Sílice e impacto de los mismos.	
Diagnosticar el estado actual de los procesos e impacto en la producción.	Procesos de Extracción y producción de arena Sílice e impacto de los mismos.	Conjunto de actividades y procedimientos llevados a cabo en cada proceso.	Resultados Obtenidos	Lluvias de ideas, revisión documental, observación directa. diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa
			Problemas de producción y calidad	
			Fortalezas, Debilidades, oportunidades y amenazas	
Definir un sistema de indicadores para medir la mejora continua propuesta.	Procesos de Extracción y producción de arena Sílice e impacto de los mismos.	Conjunto de Etapas claves de los procesos de producción y control de la arena sílice	Resultados Obtenidos	Revisión Documental, mesas de trabajo, resultados herramientas de la calidad
			Procesos de Extracción y producción de arena Sílice e impacto de los mismos.	
			Facilidad de detección de falla	
			Actividades / Procedimientos	
			Elementos de Salida	

Fuente: La Autora (2010)

El control de la mejora de procesos necesita conocer los grados de cumplimiento de los objetivos establecidos, enmarcados dentro del escenario donde la empresa desea llegar luego de implantado el plan de mejora.

En este sentido, se propuso un indicador que según el objetivo del estudio, permite acompañar la evolución de los resultados desde la percepción del cliente final.

El indicador seleccionado es la calidad del material recibido en planta. Este indicador de acuerdo a su naturaleza se clasifica en la categoría de "Calidad". Un indicador enmarcado en esta categoría mide la concordancia de las especificaciones de producto o servicio con las del cliente, esta expresado en el nivel de rechazo, devoluciones, quejas y reclamos.

A continuación se señalan los diferentes aspectos del indicador seleccionado:

1. Definición: el indicador a medir será la calidad del material recibido, tomando como referencia los resultados de los análisis granulométricos de la arena recibida en planta, los cálculos se basaran en la siguiente expresión matemática:

$$\text{Calidad de la arena} = \frac{\text{Cantidad de camiones dentro de las especificaciones}}{\text{cantidad total de camiones recibidos}}$$

2. Objetivo: con el control del indicador seleccionado se pretende maximizar la cantidad de material recibido dentro de las especificaciones granulométricas.

3. Niveles de Referencia: el indicador será determinado en un inicio para el periodo 2008-2009, para de esta forma tener una base histórica de comparación en relación a la calidad de los camiones recibidos en planta.

4. Subdivisión: el indicador será considerado como un indicador de proceso, evaluando la calidad del material resultante de los procesos realizados dentro del Departamento de Minas.

5. Árbol de factores y Niveles de Responsabilidad: el indicador a evaluar depende de los resultados de los análisis granulométricos realizados al

momento de recibir el camión en la planta, dichos resultados dependen del cumplimiento del procedimiento de realización del análisis granulométrico, los debidos cuidados en el momento de toma de la muestra en el camión y del tratamiento de la misma durante el análisis. A este nivel son responsables los jefes y gerentes de los turnos de trabajos en velar por la correcta aplicación del ensayo y garantizar los resultados obtenidos, el operador del área es responsable por la realización del análisis y es de responsabilidad del equipo de trabajo del proyecto tratar correctamente los datos obtenidos, para evaluar tendencias y resultados.

6. Reportes y consideraciones de gestión: serán realizados gráficos de tendencia para evaluar el comportamiento del indicador. La recolección de datos será con una periodicidad mensual. Se propone establecer un semáforo para visualizar de manera sencilla como se considera el valor obtenido, por ejemplo color verde significa valores del indicador entre 90% y 100%, amarillo valores entre 70% y 89,99% y rojo menores de 69,99%.

7. Información y datos: el indicador a evaluar depende de los resultados de los análisis granulométricos realizados al momento de recibir el camión en la planta. Para asegurar la precisión y confiabilidad de la información, se utiliza la norma ASTM C 429-82, en la cual se describe el procedimiento a seguir y parte de la terminología empleada en los análisis granulométricos para las materias primas de la industria del vidrio. En este capítulo, dentro del resultado del diagnóstico, se amplía el contenido de la citada norma.

Los resultados del indicador serán presentados como parte del diagnóstico realizado en esta investigación.

III. 3 Proceso de Aplicación del Instrumento

La recolección de datos se realizó a partir de la técnica de la entrevista, estableciendo un dialogo “cara a cara” para la obtención de la información necesaria para el desarrollo del estudio. Se aplicó también la técnica de la observación, de tipo participativa, donde el investigador pasó a formar parte de la comunidad donde se desarrolló el estudio, y por lo emergente que son los procesos de producción, fue también de tipo libre pero sin desviarse de los objetivos planteados.

Para los análisis de los datos obtenidos se aplicaron técnicas de análisis y procesamiento de datos, las cuales se entienden como el tratamiento que se le dio a la información recabada de las fuentes, tanto primarias como secundarias, permitiendo revisar, relacionar e interpretar adecuadamente la información para llegar a las conclusiones pertinentes respecto al problema planteado.

A la información recabada se aplicó el método lógico de análisis-síntesis-inducción-deducción. Tomando como referencia los conceptos dados por Arias (2006), quien define el análisis como “descomposición de un todo en sus partes, para su estudio profundo y detallado” (p. 133), la síntesis como “procedimiento contrario al análisis, que implica la recomposición de los elementos del estudio “(p. 134) y por último la inducción la define como el “razonamiento que parte de lo específico a lo general” (p.134)

Para clasificar, organizar, registrar, codificar y tabular los datos manejados en la investigación se utilizaron como herramientas: tablas, cuadros, planillas y documentos varios elaborados en Microsoft Office.

El proceso de diagnóstico comenzó con la identificación y descripción de cada etapa de los procesos, indicando su finalidad, utilizando como herramientas diagramas de flujo y diagramas de procesos (entrada – proceso –salida).

Durante todo este proceso se realizaron mesas de trabajo y se emplearon técnicas como la entrevista en campo, para la recolección de toda la información, envolviendo a operadores, supervisores de turno y de mantenimiento, para obtener así toda la información proveniente de la mina; de igual forma con el área de Control de Calidad de la planta se recolectó información relacionada a los análisis físicos realizados a los camiones de arena que se reciben en planta, con esta información se cuantifico y evaluó un histórico de la cantidad de camiones recibidos de la mina en relación con la cantidad de estos camiones que se encontraron fuera de especificación.

Se utilizaron también Diagramas de Ishikawa para agrupar los problemas identificados de acuerdo a su categoría, buscando realizar una ponderación de las posibles causas analizadas de acuerdo a su nivel de impacto en el proceso, lo que ayudo a construir diagramas de Pareto (relación 80/20) e identificar los focos donde los esfuerzos iniciales deben ser orientados.

Por otra parte con el área de gerencia, y supervisores se diseñó una matriz FODA con el intuito de poder establecer estrategias que permitan rever la situación actual en busca de la mejora continua de los procesos.

III.4 Resultados del Diagnostico

Para iniciar el análisis del proceso de producción de Arena Sílice se comenzó realizando una descripción de los subprocesos que intervienen en el mismo.

La explotación del mineral es a cielo abierto mediante el uso de equipos hidráulicos y mecánicos para la extracción y clasificación de diversos productos de arena que son destinados a la fabricación de vidrios, sandblasting, pego, morteros, texturizado de pinturas, filtros, carburos de silicio, fundición y otros usos industriales.

El proceso de producción comienza con la fijación del frente de explotación, considerando principalmente las condiciones físico-químicas del material en

el área. Luego se procede con la extracción y transporte del material desde el área de explotación hasta Fase I (Pre-lavado y clasificación), mediante un método hidráulico con la ayuda de una Draga.

El dragado es realizado por una embarcación (draga) que excava material debajo del nivel de agua y eleva el material extraído hasta la superficie. La clasificación granulométrica del material extraído, se realiza con el uso de hidrociclones, que logran separar el material en suspensiones sólido-líquido, y mediante el uso de movimientos, se logra la separación de las mismas.

La Fase I cuenta con un sistema de hidrociclones que permiten la clasificación del material y la remoción de impurezas. Para luego pasar a Fase II (Lavado y Clasificación) en el cual se realiza la separación granulométrica, granito (entre malla 8 a 40) y arena (entre malla 30 a 300) que son almacenados en sitios específicos. Por último se procede al secado de arena, Fase III, y su posterior almacenamiento y despacho, Fase IV.

Además de los equipos e instalaciones utilizadas en las diferentes operaciones de producción de la empresa, se cuenta con equipos auxiliares necesarios para la buena operatividad de la mina. Entre estos tenemos: planta eléctrica de emergencia, tanques de almacenamiento de agua y combustible, silo de almacenamiento del material procesado, sistema de recolección y transporte de material fino, balanza para pesaje de mineral procesado, equipo de taller, vehículo auxiliar, equipos de oficina y comunicación, laboratorio de análisis de material, oficina de administración y venta.

A continuación se presenta el flujograma del proceso de producción de arena sílice:

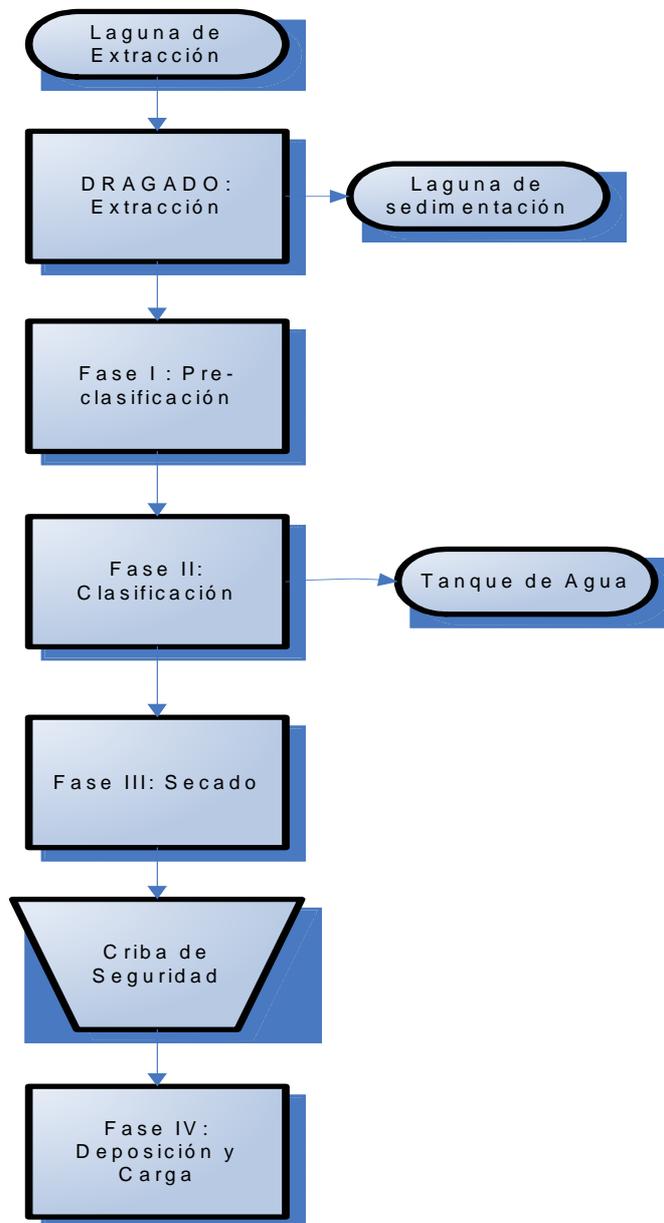


Figura N° 4 .- Flujograma del proceso de producción de Arena Silice.

Fuente: La Autora (2010)

De la observación en campo de lo que es todo el proceso, de las entrevistas con el personal y la revisión documental, fue posible precisar las entradas y

salidas de cada uno de los subprocesos llevados a cabo y los cuales se presentan a continuación:

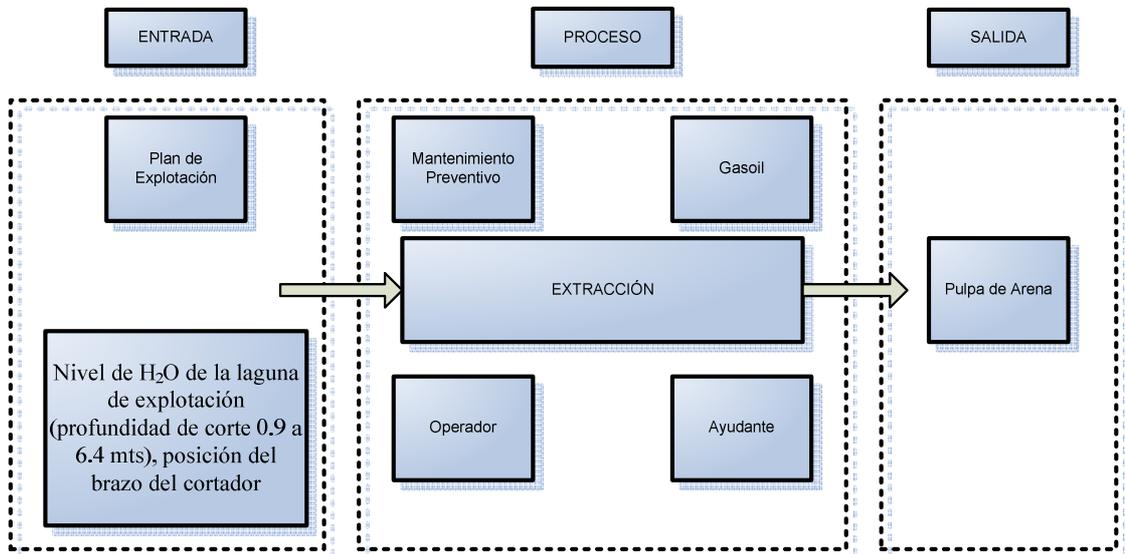


Figura N° 5 .- Proceso de Extracción

Fuente: La Autora (2010)

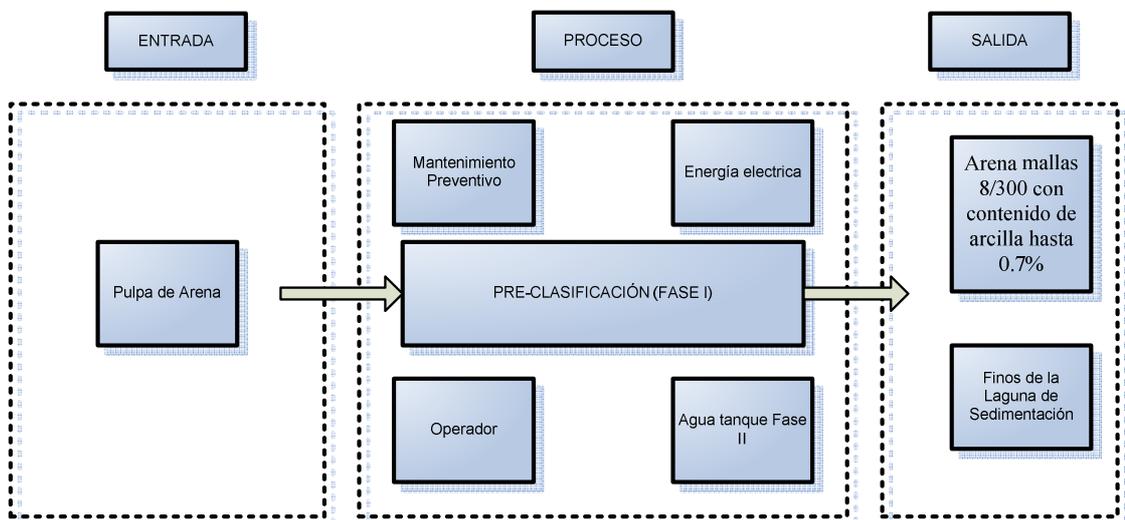


Figura N° 6 .- Proceso de Pre- Clasificación (Fase I)

Fuente: La Autora (2010)

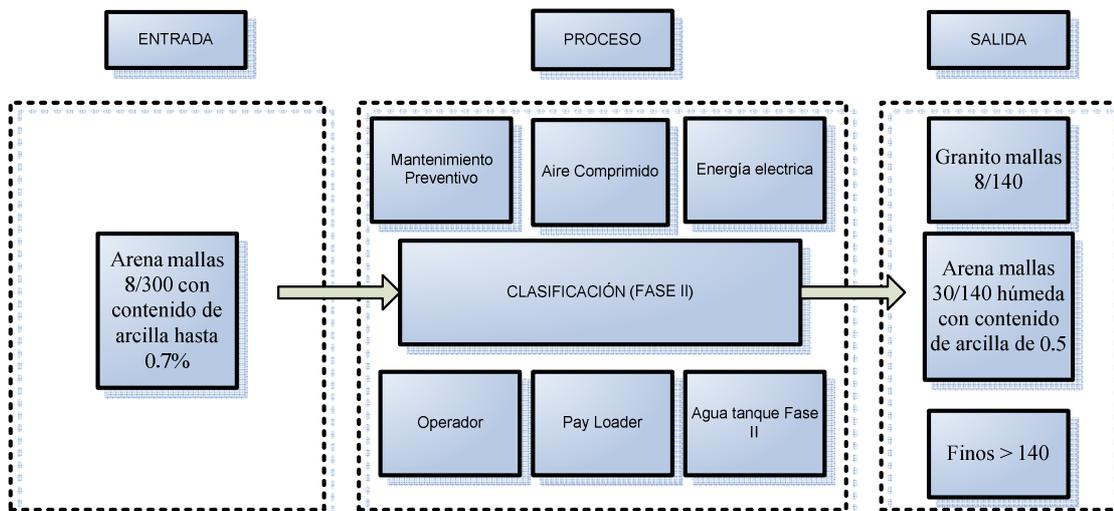


Figura N° 7 .- Proceso de Clasificación (Fase II)

Fuente: La Autora (2010)

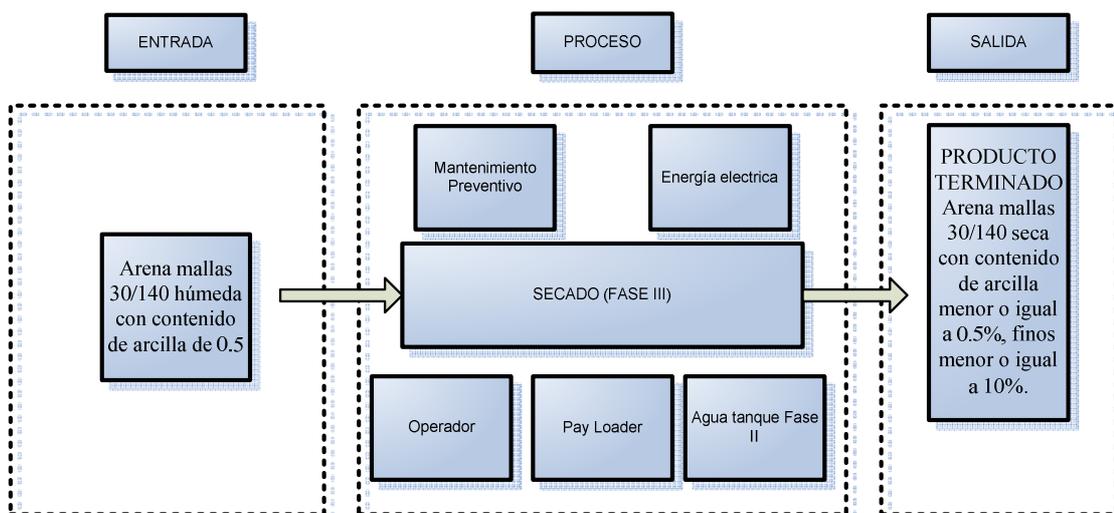


Figura N° 8 .- Proceso de Secado (Fase III)

Fuente: La Autora (2010)

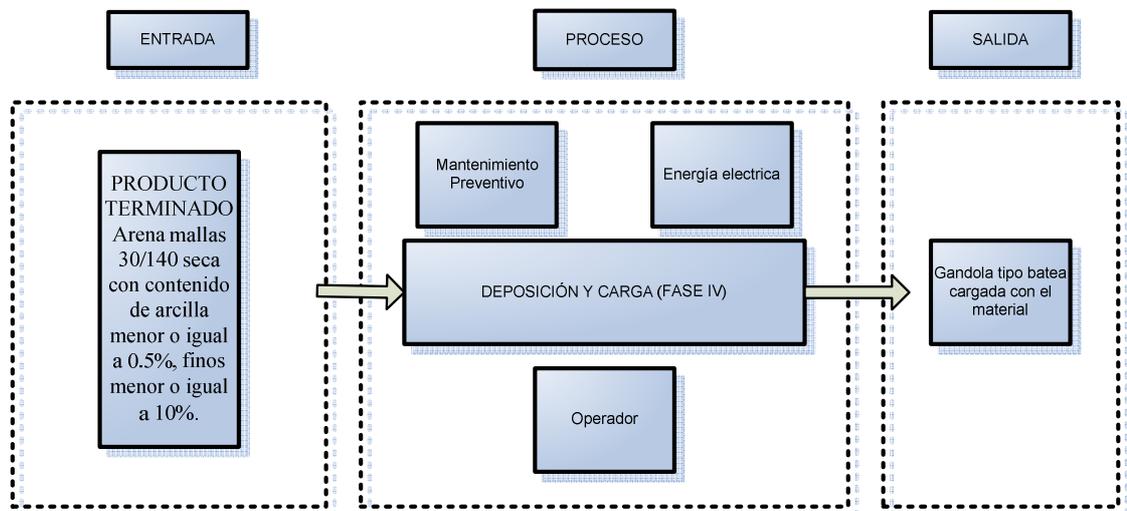


Figura N° 9 .- Proceso de Deposición y Carga (Fase IV)

Fuente: La Autora (2010)

Luego de la identificación de los procesos llevados a cabo para la producción de arena sílice en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L se realizó el diagnóstico del estado actual de los mismos, evaluando su impacto en el proceso productivo.

El análisis se realizó utilizando varias de las herramientas de la calidad, que permitieron conocer las posibles causas que pudieran estar afectando en los desempeños del Departamento de Minas, traducido a bajos rendimientos, pero sobretodo a problemas con la calidad del material.

El uso principal de la arena producida en el Departamento de Minas es para la producción de vidrio, y dicho uso demanda un arduo control en las características granulométricas del material. La granulometría se entiende como la distribución de tamaños de partículas que tiene el material; donde para el caso de la arena de la mina están más afectadas las mallas (tamices) topes, con variaciones significativas respecto a las especificaciones exigidas por la planta.

A este punto es conveniente señalar en que consisten estos análisis.

Los ensayos de granulometría tienen por finalidad determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del material de acuerdo a su tamaño. Para ello se utilizan una serie de tamices o mallas normalizados, con diámetro de poro diferentes. La norma que se utiliza para realizar los análisis granulométricos para las materias primas de la industria del vidrio es la ASTM C 429-82, en la cual se describe el procedimiento a seguir y parte de la terminología empleada.

La prueba consiste en pesar aproximadamente 100 gramos de material seco, para luego hacerlos pasar por una serie de tamices preseleccionados. Estos tamices se colocan en un Ro-Tap (agitador de tamices) y se selecciona el tiempo de agitación, para el caso de la arena es de 15 minutos. Pasado este tiempo se pesa el material retenido en cada malla, y se cuantifica el porcentaje de acuerdo con el total de muestra utilizada.



Figura N° 10.- Análisis granulométrico

Fuente: La Autora (2010)

Los números de los tamices van desde el tamiz N° 4 al tamiz N° 400, teniendo una mayor abertura de poro para tamices de número más pequeños y disminuyendo así para los tamices de número más grandes.

La granulometría de la arena que se produce en el Departamento de Minas destinada a la producción de vidrio, va desde el tamiz N° 30 al tamiz N° 140, y es precisamente en estos tamices toques donde comúnmente se encuentran los valores fuera de especificación.

Para ver la tendencia de dichos resultados, se realizó un estudio de la cantidad de camiones recibidos en planta y cuantos de ellos se encontraron fuera de especificación, dicha tendencia se presenta por un periodo de un año, desde Julio del 2008 a Julio del 2009.

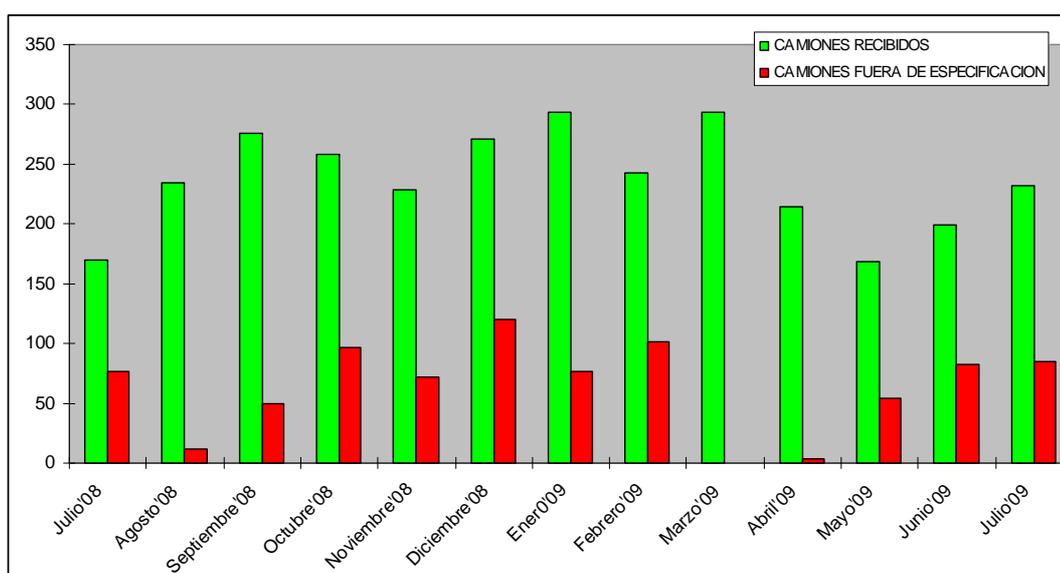


Figura N° 11.- Cantidad de camiones recibidos vs. camiones fuera de especificación

Fuente: La Autora (2010)

En la gráfica anterior se puede ver el comportamiento que ha tenido el material transportado por los camiones, en cuanto a su calidad. De los 13 meses en estudio, en solo 3 meses se encontró un bajo número de camiones fuera de especificación; lo cual no fue el caso para el resto de los meses. En los últimos 3 meses evaluados, se aprecia como aumentó el número de camiones con material fuera de especificación, y eso, debiendo resaltar que la cantidad de camiones recibidos ha sido menor que los meses anteriores. A través de los resultados de este análisis es posible calcular el indicador seleccionado, que fue definido como:

Calidad de la arena = Cantidad de camiones dentro de las especificaciones / cantidad total de camiones recibidos.

Utilizando esta formula para los resultados mostrados en la grafica anterior obtenemos los siguientes valores:

Tabla N° 2.- Indicador Calidad de la arena para el periodo estudiado.

MES	CAMIONES RECIBIDOS	CAMIONES FUERA DE ESPECIFICACION	CAMIONES DENTRO DE ESPECIFICACION	CALIDAD DE LA ARENA (%)
Julio'08	170	77	93	54.71%
Agosto'08	235	12	223	94.89%
Septiembre'08	276	49	227	82.25%
Octubre'08	258	97	161	62.40%
Noviembre'08	229	72	157	68.56%
Diciembre'08	271	120	151	55.72%
Ener0'09	293	77	216	73.72%
Febrero'09	243	101	142	58.44%
Marzo'09	293	0	293	100.00%
Abril'09	215	4	211	98.14%
Mayo'09	168	54	114	67.86%
Junio'09	199	82	117	58.79%
Julio'09	232	85	147	63.36%

Fuente: La Autora (2010)

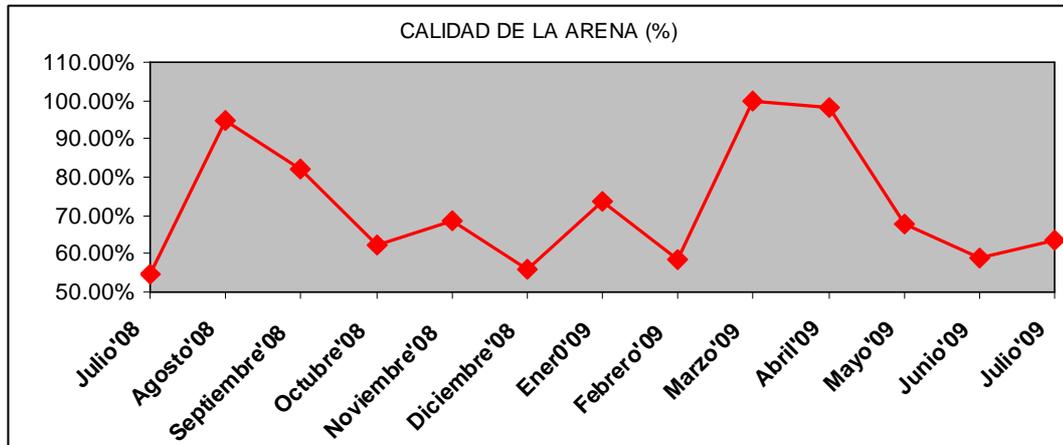


Figura N° 12.- Indicador Calidad de la arena para el periodo estudiado.

Fuente: La Autora (2010)

Para el periodo bajo estudio podemos apreciar que el porcentaje mas bajo de calidad de la arena recibida ha sido de 50% aproximadamente del total de camiones enviados, presentándose poca estabilidad en el proceso ya que los resultados no presentan una tendencia. De los 13 meses en estudio, tres meses se obtuvieron resultados, con casi el 100% de los camiones recibidos dentro de las especificaciones: Agosto'08, Marzo'09 y Abril'09. Los cuales pueden servir de referencia para evaluar las condiciones de producción media de esos meses en relación con los meses en los cuales se alcanzaron valores mas bajos.

La granulometría de la arena afecta la calidad del proceso del vidrio, en unos casos, cuando el tamaño del grano es muy grande puede que no se llegue a fundir en el horno y se presenta en el vidrio como un defecto de tipo piedra, siendo el más común la "Tridimita Dendrítica". La tridimita es una fase estable de desvitrificación que se origina normalmente a temperaturas por debajo de 1470°C. El caso inverso es cuando tenemos gran cantidad de granos finos en la arena, esto afecta más que todo al proceso de fundición, que sin llegar a ser evidente en el producto final, causa daños en la estructura interna del horno, ya que por ser material muy fino decrepita a la

entrada del horno adhiriéndose a las paredes internas. Esta es la importancia de poder controlar afectivamente la granulometría del material antes de ser parte de la composición del vidrio.

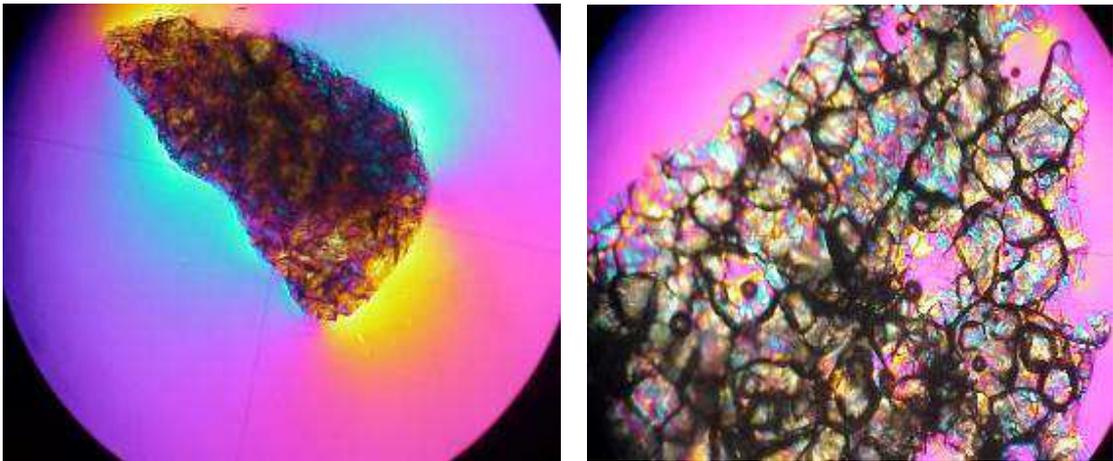


Figura N° 13.- Defectos de Tridimita Dendritica vistas al microscopio

Fuente: Manual de Identificación de Defectos, Guardian de Venezuela S.R.L.

La granulometría final de la arena viene siendo resultado del estado del material que se está extrayendo y de las etapas de pre-clasificación y clasificación.

Cada fase del proceso tiene su rendimiento, el cual debe observarse al momento de realizar el plan de operaciones mineras, donde se estudia el área a explorar y las características físicas del material. Dicho material debe ser tal, que al culminar la tercera etapa del proceso (secado), se debe encontrar en las especificaciones granulométricas deseadas.

Si al inicio del proceso se cuenta con un material apto a explotar, su transformación en material granulométrico, dependerá de la eficiencia de las fases. Como el proceso de separación se basa en las diferencias de densidades (partículas gruesas y finas), éste dependerá del buen funcionamiento de los hidrociclones que se encargan de realizar las

turbulencias necesarias en el agua, para separar por diferencia de densidad las partículas.

Cuando la eficiencia de la fase depende de un componente electromecánico como son los hidrociclones, el mantenimiento del mismo, desempeña un papel muy importante. Ya que de él depende el correcto funcionamiento de dicho componente.

Para complementar el análisis, se utilizó la herramienta del diagrama de causa y efecto también conocido como diagrama de Ishikawa, que permitió contemplar las posibles causas que pudieran estar afectando los procesos llevados a cabo en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L.

Los diagramas resultantes de este análisis se presentan a continuación:

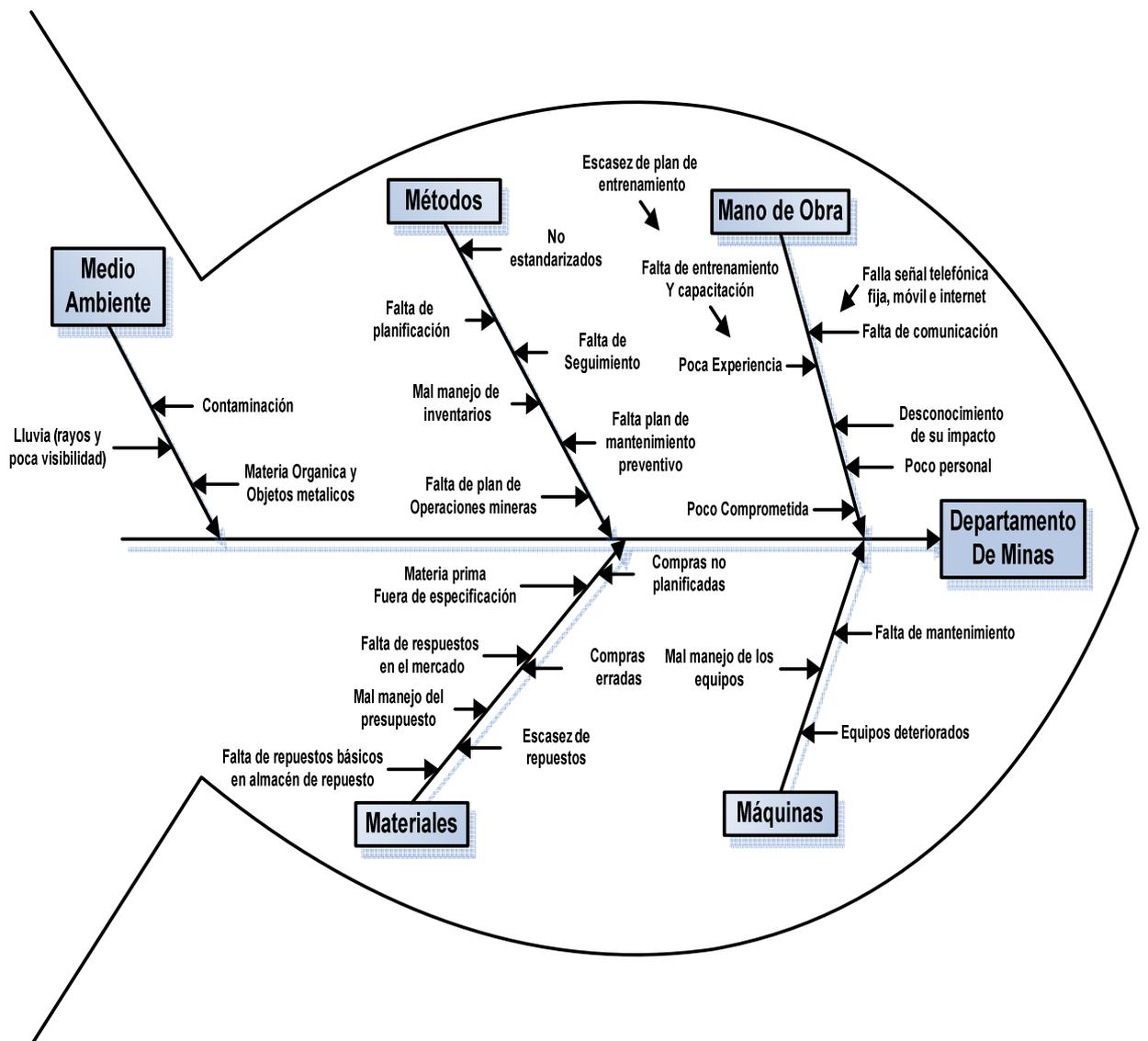


Figura N° 14.- Diagrama de Ishikawa para el Departamento de Minas

Fuente: La Autora (2010)

En este diagrama se presenta de forma global las posibles causas que pudieran estar afectando el buen desempeño de las operaciones en el Departamento de Minas. Para tratar de precisar o ubicar las causas según la fase del proceso, se presenta de forma complementaria, el diagrama para la draga y para las fases I, II, III y IV, este último se realizó en conjunto ya que

cuando se comenzó de forma individual con las fases, fue percibido que todas las causas secundarias eran similares en para cada una de ellas.

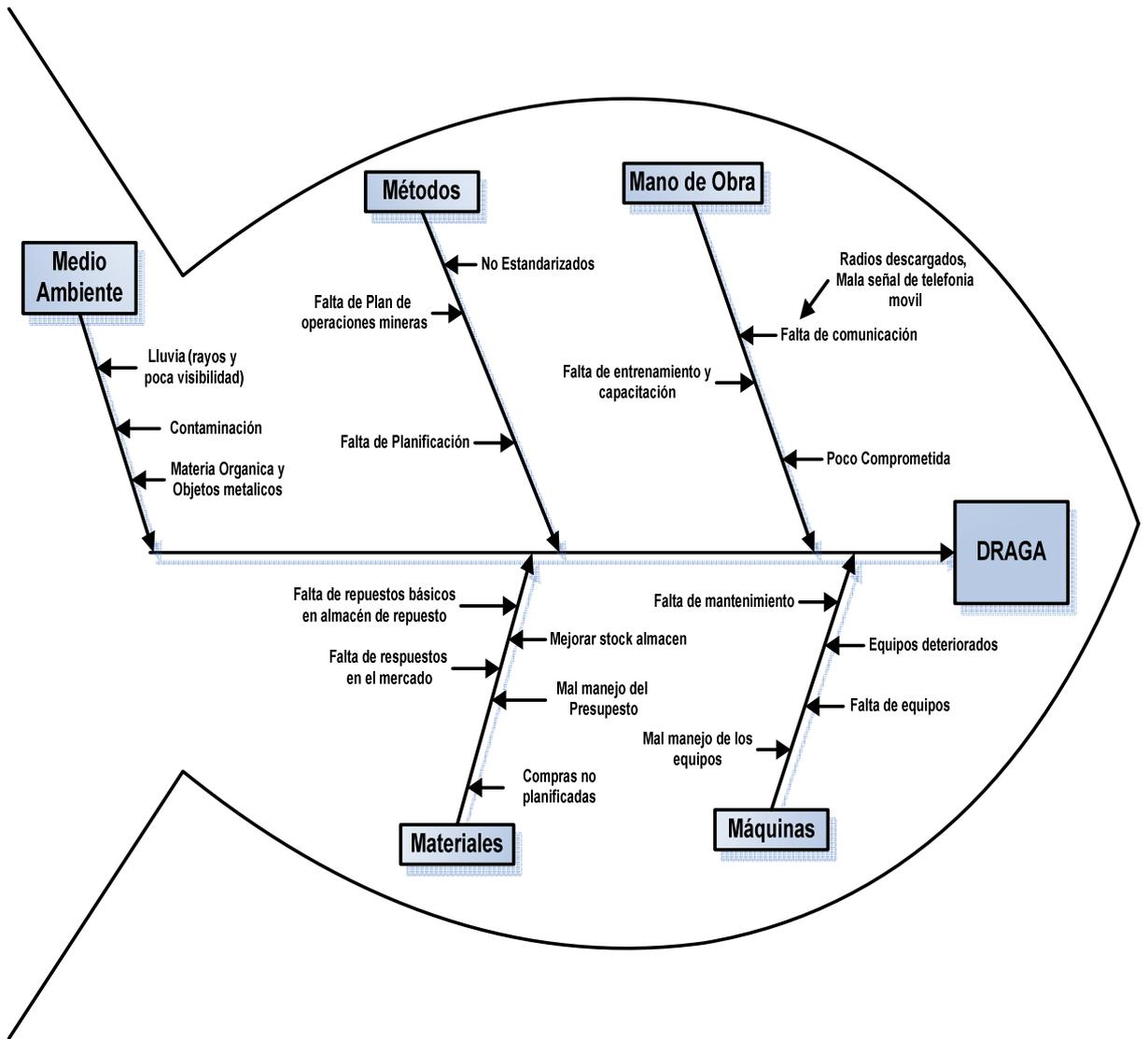


Figura N° 15.- Diagrama de Ishikawa para la draga

Fuente: La Autora (2010)

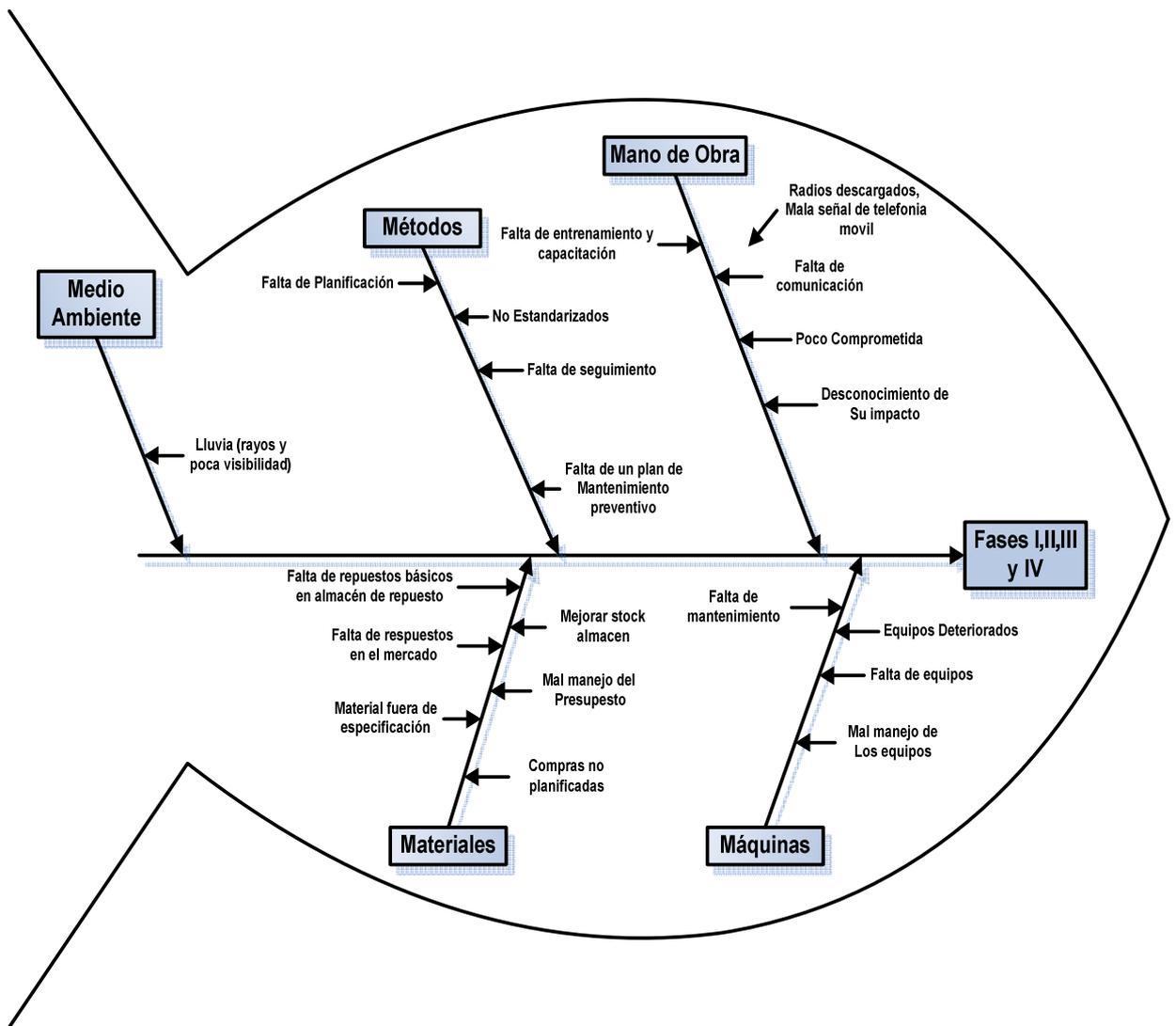


Figura N° 16.- Diagrama de Ishikawa para las fases de Pre-Clasificación y Clasificación del material

Fuente: La Autora (2010)

Como resultado del análisis de los diagrama de Ishikawa se obtuvieron una serie de aspectos, los cuales deben ser trabajados para ir reduciendo su impacto en el proceso evaluado. El problema que se esta tratando, es el

bajo desempeño de las operaciones que se llevan a cabo en la mina, lo que conlleva a baja producción y problemas de calidad.

Con el diagrama de Ishikawa fue posible obtener todas las causas que se consideran pudieran estar afectando el desempeño de la mina, sin discriminación alguna, y se encuentran tipificadas de acuerdo al aspecto con el que ésta esté relacionada. Los puntos en las cinco vertientes principales corresponden a los aspectos evaluados: mano de obra, máquinas, materiales, métodos y medio ambiente.

Como en la estructura del diagrama de Ishikawa, no se da prioridad a ninguna de las posibles causas, se realizó una ponderación de las causas principales en cada una de las vertientes, según el impacto que representa para el proceso. Luego se procedió a realizar diagramas de Pareto, para ayudar a identificar las causas sobre las cuales se debe actuar primero. Todo esto fue realizado en mesas de trabajo en conjunto con el personal de la mina relacionado al estudio.

La evaluación de las posibles causas, se realizó utilizando el siguiente criterio:

Tabla N° 3.- Criterio de evaluación del Impacto para las causas presentadas en el diagrama de Ishikawa.

IMPACTO	Valor
No Afecta	1
Afecta Poco	2
Afecta Medianamente	3
Afecta Mucho	4

Fuente: La Autora (2010)

Utilizando estos valores como referencia, se procedió a evaluar todas las causas consideradas en el diagrama de Ishikawa que contempla el Departamento de Minas como un todo. Se realizó solo de este diagrama ya

que como se mencionó anteriormente, dicho diagrama abarca todas las causas presentadas en el diagrama de la Draga y de las Fases I, II, III y IV.

Los resultados se presentan en la tabla a continuación:

Tabla N° 4.- Impacto de las causas presentadas en el diagrama de Ishikawa.

Aspecto	Posibles Causas	impacto	%Impacto	% Impacto Acumulativo
Mano de Obra	Falta de comunicación	4	29	29
	Poca Experiencia	4	29	57
	Poco Personal	3	21	79
	Personal poco comprometido	2	14	93
	Desconocimiento de su impacto	1	7	100
	TOTAL	14	100	*
Métodos	Falta de Planificación	4	25	25
	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	4	25	50
	Falta de plan de operaciones mineras	3	19	69
	Falta de seguimiento	2	13	81
	No estandarizados	2	13	94
	Mal manejo de Inventarios	1	6	100
	TOTAL	16	100	*
Materiales	Materia prima Fuera de especificación	4	27	27
	Compras no planificadas	4	27	53
	Falta de repuestos en el mercado	3	20	73
	Falta de repuestos básicos en el almacén de repuesto	2	13	87
	Compras erradas	1	7	93
	Mal manejo del presupuesto	1	7	100
	TOTAL	15	100	*
Maquinas	Falta de Mantenimiento	4	50	50
	Equipos deteriorados	3	38	88
	Mal manejo de los equipos	1	13	100
	TOTAL	8	100	*

Fuente: La Autora (2010)

Con los resultados obtenidos se procedió a construir diagramas de Pareto para apreciar de forma grafica cuales causas se deberían intervenir primero, ya que serán las que proporcionaran una mejoría en la situación actual de la mina.

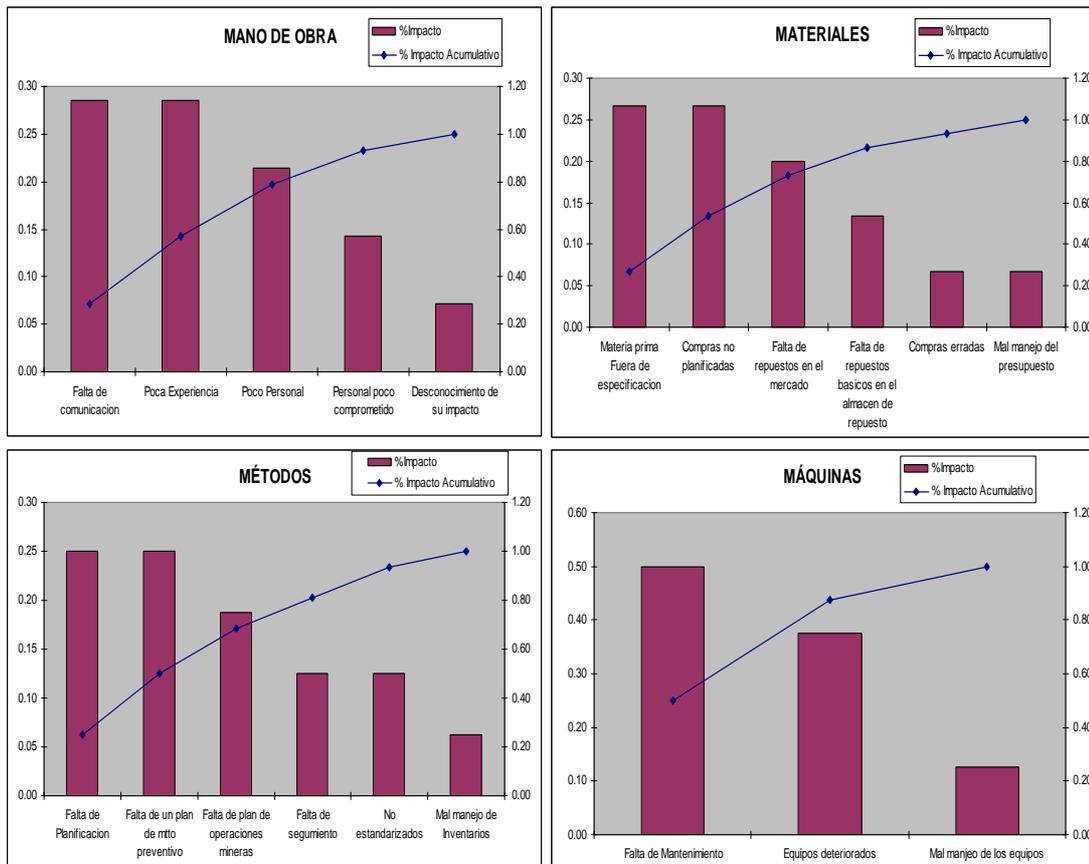


Figura N° 17.- Diagramas de Pareto de las causas que afectan actualmente al desempeño de la mina

Fuente: La Autora (2010)

En la gráfica anterior, las barras representan el impacto puntual de la causa en estudio, y la línea azul indica el acumulativo de dicho impacto. Se construyó una grafica por cada una de las vertientes en las cuales se divide

el diagrama de Ishikawa, para de esta manera conocer en cada una de ellas en cuales causas se debe trabajar primero ya que serán las que originen la mayor parte de los resultados.

Según el concepto del diagrama de Pareto, los resultados deben tender a la relación 80/20. Para el caso en estudio, se puede observar que el 80% de los efectos de un problema son proporcionados por el 20% de las causas involucradas. Del hecho observado se deduce, que al resolver esas causas que representan el 20%, el problema se habrá solucionado en su mayoría. Basándose en dicho principio, y tomando en cuenta, que en la graficas anteriores el eje de la derecha representa el porcentaje del impacto acumulado, se pueden analizar las graficas de la siguiente manera:

- Mano de Obra: de las cinco causas evaluadas, las tres primeras representan la el 80% del impacto de esa vertiente. Lo cual indica que se debe comenzar trabajando en mejorar la comunicación, aumentar la experiencia del personal y evaluar el ampliar la plantilla de personal en la mina. Este análisis se puede complementar con el diagrama de Ishikawa, donde la causa de la falta de comunicación se identificó que es la razón de fallas en la señal telefónica fija, móvil e Internet. En la zona que se encuentra la mina, no hay buena plataforma telefónica, hay muchas fallas de señal en el área donde a veces no se consigue comunicarse con planta o viceversa, y la información pudiese llegar a destiempo. De igual forma no se ha logrado trabajar con base de datos comunes donde por medio de Internet se pudiese desde planta conocer con prontitud niveles de inventario, o intercambiar de forma oportuna reportes, información, entre otros. No obstante, tiene igual peso el impacto en la poca experiencia y con impacto de orden de magnitud cercano, se encuentra la baja cantidad de personal que labora que sin duda redundo en la baja calidad de la materia prima que provoca las devoluciones de la planta.

- **Métodos:** en esta vertiente hay varias causas que deben atacarse para impactar en la solución del problema. De las seis causas evaluadas, cuatro de ellas representan el mayor impacto, casi todas están en el mismo nivel de importancia, mas toda operación minera debe contar con un plan de explotación, que la mina no maneja en la actualidad. La ausencia de un plan de explotación ocasiona que se haga una explotación de la materia prima no planificada, pudiendo en momentos encontrar estratos de material no apto o fuera de especificación, que al final del proceso no se llevarlo a las condiciones deseadas. Luego de contar con un plan de explotación sigue un buen plan de mantenimiento preventivo, el cual se ha perdido en la mina, y el mantenimiento se ha vuelto reactivo. De igual forma hay que trabajar en el seguimiento del estado de los procesos y llevarlos a la estandarización, ya que se trabaja en turnos, y en cada uno, no se mantiene la misma forma de hacer las cosas, ocurriendo así desviaciones en el proceso.
- **Materiales:** de las causas evaluadas en la vertiente, las 3 primeras representan una buena parte del impacto de la misma. Como primera causa se tiene la materia prima fuera de especificación, ésta va muy de la mano a la ausencia de un plan de explotación minera, ya que se explota donde se vaya posicionando la draga pero no se hace de una forma planificada. Tal como se menciono anteriormente puede encontrarse cualquier material. Seguido de esto, se tiene un manejo no adecuado de lo que son las compras a nivel de repuesto, tanto que no se planifican como la escasez del repuesto en el mercado nacional, lo que conlleva a buscar en el mercado internacional con toda la problemática de control cambiario.
- **Máquinas:** las causas evaluadas en esta vertiente son resultado de la falta de mantenimiento que ya fue evaluado como método, el resultado de un mal o bajo mantenimiento son equipos deteriorados y

con fallas. Estos resultados suman importancia a trabajar en esta causa (falta de un plan de mantenimiento preventivo) ya que tendrá un impacto positivo en la vertiente de máquinas, y a su vez en la situación estudiada.

III.5 Conclusiones del Diagnostico

De acuerdo a los resultados obtenidos del diagnostico realizado fue posible determinar que los procesos del Departamento de Minas de Guardián de Venezuela, S.R.L están fuera de control, permitiendo identificar las necesidades específicas que deben atenderse para conseguir una mejora en estos procesos, según los resultados de los diagramas de Pareto construidos a partir de la ponderación de las causas evaluadas en los diagramas de Ishikawa corresponde a:

- La ausencia Plan de Mantenimiento Preventivo
- La falta de un Plan de Explotación Minera
- Carencia de un Plan de Entrenamiento y contratación del personal en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L

En tanto que el indicador “calidad de la arena” desarrollado en esta investigación, así como la cuantificación y análisis de su comportamiento una vez se vaya implantando el plan de mejora, diseñado en este trabajo, a los procesos del Departamento de Minas, permitirán mostrar el efecto de la propuesta elaborada. El análisis del comportamiento del indicador “calidad de la arena”, realizado en este trabajo representa el ejercicio Ex Antes de la gestión de calidad en la unidad organizativa de la empresa Guardián de Venezuela, S.R.L., de implantarse el plan de mejora diseñado.

CAPITULO IV

FASE DE LA ELABORACION DE LA PROPUESTA

Como segunda fase del proyecto factible, se expondrá a continuación la propuesta de plan de mejora diseñado para los procesos que realiza el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela, S.R.L.

IV. 1 Metodología para la fase de elaboración de la Propuesta

Esta fase corresponde a la elaboración del plan de mejora que se diseñó a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de los procesos. La metodología aplicada fue la indicada en el proyecto, donde la propuesta se basará en recomendaciones que serán formuladas a partir del análisis resultante de los datos colectados. Para diseñar el plan de mejoras, se aplicó una matriz FODA y conjuntamente con la estrategia Kaizen para el personal y el proceso del departamento en estudio.

El análisis que conlleva una matriz FODA; es que a mayor capacidad de una organización (fortaleza), existen mayores oportunidades para realizar exitosamente sus fines; mientras que a mayores puntos vulnerables (debilidades) de una organización, mayores son los peligros y amenazas que obstaculizan o impiden la realización de la visión y la misión. El objetivo de la matriz es facilitar el camino a partir de la identificación de cada uno de dichos aspectos y lograr así la transformación, para ayudar a esto se debe trabajar con las siguientes estrategias:

- Estrategia FO: Usar las fortalezas para aprovechar las oportunidades
- Estrategia DO: Superar las debilidades aprovechando las oportunidades
- Estrategia FA: Usar las fortalezas para evitar las amenazas
- Estrategia DA: Reducir debilidades y evitar las amenazas

En tanto que el objetivo de la estrategia Kaizen es la de lograr la mejora continua, para ello se pueden usar las diversas herramientas de la calidad, dependiendo del tipo de Kaizen que desea realizarse, esto vendrá definido de acuerdo al aspecto que se necesite mejorar en la organización. En nuestro caso, las herramientas utilizadas fueron para el Kaizen del hombre se aplicó el *“Goal Deployment”* que implica el despliegue de metas en una organización, dicho despliegue debe hacerse desde la organización, pasando por el departamento, grupo de trabajo, hasta llegar al individuo (trabajador), esto logra establecer las metas individuales y departamentales orientadas en sentido de las metas establecidas a nivel organizacional, de esta manera se consigue alinear esfuerzos para el logro de un objetivo en común. En tanto que para el Kaizen de procesos la herramienta principalmente fueron las mesas de trabajo.

El análisis determinó los focos de mejora en los cuales habrá que actuar para mejorar la productividad y calidad en la mina de Guardián de Venezuela S.R.L. y que en su conjunto conforma el plan de mejoras propuesto.

IV. 2 Planificación del Proceso

Esta planeación fue realizada en conjunto con el personal del Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L. se establecieron metas internas de tiempo para la realización y cumplimientos de cada fase del trabajo, con la finalidad de que el trabajo fuera continuo y con la participación de los trabajadores del departamento, aprovechando al máximo todas las ideas e informaciones aportadas, en las mesas de trabajo. A continuación se presenta el proceso cumplido.

IV. 3 Aplicación del Proceso

Finalmente el proceso aplicado para la formulación de la propuesta puede resumirse en la figura presentada a continuación:

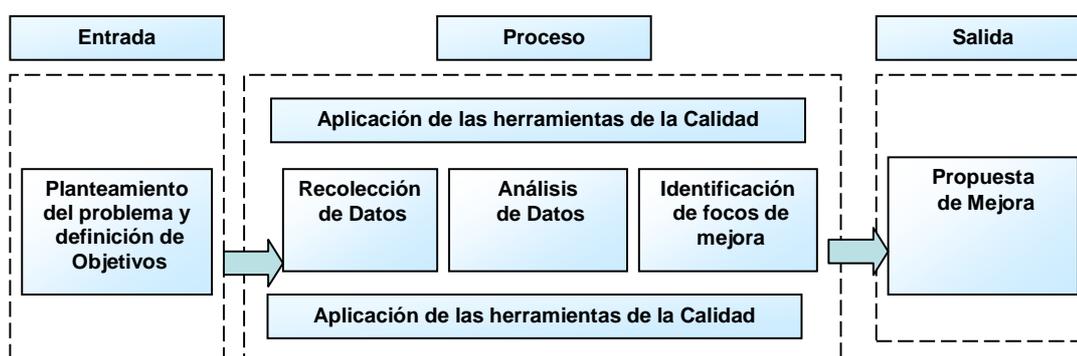


Figura 18. – Proceso para elaborar el Plan de Mejoras del proceso de producción de Arena en la mina de Guardian de Venezuela S.R.L

Fuente: La Autora (2011)

Como entrada al proceso tenemos el planteamiento del problema junto con la definición de los objetivos para el estudio, ya teniendo estos puntos claros se formuló un plan de trabajo donde interactuaron todas las divisiones operativas del departamento, lo que permitió la recolección de datos de mas de una fuente, esta recolección fue realizada a partir de entrevistas, mesas de trabajo, y por medio del acceso que fue facilitado de todos los análisis, histórico de reportes mensuales de eventos ocurridos en el departamento y demás información que sirvió de ayuda para diagnosticar el estado actual de los procesos.

Para el diseño de la propuesta de mejora, se realizó una matriz FODA, y tomando como base la estrategia Kaizen para la mejora continua, el análisis de los resultados obtenidos luego de la aplicación de cada una de ellas

permitió identificar los puntos o focos de mejora donde los esfuerzos deben ser canalizados.

De acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico, como resultado de aplicar diversas herramientas de la calidad como fueron los diagramas de Ishikawa (Causa-efecto), diagramas de Pareto, se procedió a elaborar una matriz FODA, y según la definición de los tipos de Kaizen y se puede señalar que las estrategias kaizen a aplicar son el kaizen del hombre y kaizen del proceso.

Luego de tener identificados estos puntos se procedió a formular la propuesta de mejora, que consiste en varias sugerencias que de ser aplicadas representara el comienzo hacia el camino de la mejora continua en el departamento además de los beneficios que en el día a día se tendrán luego de mejorar la situación actual, que es el objetivo central de la propuesta.

IV. 4 Resultado: El plan de mejora propuesto

Este punto presenta la propuesta final de la investigación con un resumen de los puntos más importantes junto con el objetivo, la justificación y el alcance de la propuesta. La presentación de esta información cumple el objetivo general de la investigación, que es: Diseñar una propuesta de mejora continua para los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardián de Venezuela S.R.L.

Objetivo

El objetivo de la propuesta tiene como finalidad establecer los puntos de mejora, actividades y recomendaciones que permitan la implementación de la Propuesta de mejora continua para los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardian de Venezuela S.R.L.

Justificación

Una vez realizado el diagnóstico actual de los procesos del Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L, e identificadas las áreas de mejora, será posible actuar sobre las causas principales que están afectando en la actualidad el desempeño del departamento como unidad de negocio. A través de la implantación de todas las recomendaciones y sugerencias establecidas en la propuesta será posible aplicar acciones de mejora y lograr una cultura de calidad en todos los niveles del departamento, sirviendo inclusive como referencia para la fábrica en general. Esta mejora en los procesos conlleva una mejora en la eficacia y eficiencia de los mismos, lo que les permitirá estar al nivel de clientes más exigentes y tener una mejor capacidad de respuesta a los cambios del mercado.

Alcance

El alcance de esta propuesta comprende la elaboración de un plan de mejora e inclusión de un capítulo para evaluar la factibilidad de aplicación del mismo así como recomendaciones que permitirán a la alta gerencia implantar la mejora continua en su proceso de extracción de arena sílice.

Propuesta de mejora continua para los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardián de Venezuela S.R.L

El diagnóstico de los procesos concluyó que se encuentran fuera de control, principalmente debido principalmente a:

- La ausencia Plan de Mantenimiento Preventivo
- La falta de un Plan de Explotación Minera
- Carencia de un Plan de Entrenamiento y contratación del personal en el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L

Para complementar el análisis realizado se procedió a construir una matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), en ella se pueden identificar, las fortalezas y debilidades de la organización, las oportunidades y amenazas que representan el entorno. Dicha matriz se construyo en mesas de trabajo.

Tabla N° 5.- Matriz FODA construida para el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Clasificación de la Arena	Mejorar el proceso productivo
Draga	Demanda de arena en el mercado
Generadores de electricidad propia	Incentivos Fiscales (LOCTI)
Relación positiva con los clientes	**
Cercanía geográfica con la planta	**
Estructura Organizacional Plana, Paz laboral	**
Rentabilidad	**
DEBILIDADES	AMENAZAS
Condiciones de infraestructura de la mina	Escasez de productos
Falta de compromiso del personal	Poca cultura hacia la responsabilidad y cumplimientos de las leyes y normas
Incapacidad de generar energía eléctrica para cubrir todas las fases	Regulaciones de INPSASEL
Falta de capacitación al manipular los equipos	Inestabilidad en el mercado interno
Afianzar Visión, Misión, Cultura Organizacional	Competidores; minas de arena vecinas
Creación de generaciones de relevo	Cambios en la Política Externa
Calidad Baja en el mantenimiento	Normativas de CADIVI, Control Cambiario
Identificación de necesidades de adiestramiento	Inflación
Bajo nivel de automatización	Procedimientos y protocolos del Ministerio de Ambiente
Dependencia de Payloader como único medio para alimentar cada fase.	**

Fuente: La Autora (2010)

Si se aprecia la tabla anterior hay una mayor cantidad de puntos enumerados en las debilidades y amenazas que en las fortalezas y oportunidades, esto indica que hay un trabajo duro que hacer para lograr transformar las debilidades que tiene la organización en fortalezas y transformar las amenazas del entorno en oportunidades.

Las mesas de trabajo determinaron algunas de estas estrategias según se pueden apreciar:

- Estrategia FO: Como fortaleza se tiene una relación positiva con los clientes, esto puede ayudar a aprovechar la demanda de arena en el mercado a causa de la creciente industria de la construcción, ya que si los clientes están satisfechos con el material esto pudiese llevar a realizar recomendaciones, y así ser punto de referencia en el mercado para la compra de la arena.
- Estrategia DO: Unas de las debilidades de la mina son las condiciones de infraestructura de la misma, el bajo nivel de automatización y la dependencia que hay en el uso del payloader para alimentar cada fase ya que no es una producción en línea. Aprovechando los incentivos fiscales a través del programa de la LOCTI (Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación) se pudiesen planificar proyectos orientados a la reestructuración de la mina, automatización de los sistemas y buscar una auto-alimentación en las fases, lo cual contribuiría a mejorar el rendimiento de los procesos de producción de la mina.
- Estrategia FA: Una de las fortalezas de la mina es que cuenta con una estructura organizacional plana, esto permite un mayor y mejor acercamiento del nivel gerencial a los operadores. De manera cierta esto puede ayudar a afianzar el cultura hacia la responsabilidad y cumplimiento de las normas y leyes, utilizando programas de adiestramiento, donde se le informe al operador la importancia de hoy en día y las repercusiones que el incumpliendo acarrea, esto se puede

llevar con naturalidad aprovechando la paz laboral que es otra de las fortalezas del división minas.

- Estrategia DA: para esta estrategia no hay mas que afianzar las fortalezas y trabajar en busca de utilizar las oportunidades del entorno antes de que estas se conviertan en una amenaza para el negocio, trabajando punto a punto con ellas, priorizando las que tienen un mayor impacto, puede irse invirtiendo la matriz FODA que se obtuvo y así incrementar las fortalezas de la mina.

Si bien es cierto, algunas de las estrategias determinadas en las mesas de trabajo, obligan a realizar reingenierías e inversiones, antes es preciso mitigar aquellas desviaciones que causan que los procesos se encuentren fuera de control y sólo se requieren de implantar mejoras con los recursos existentes, para lo cual se utilizó las estrategias de Kaizen para el proceso y Kaizen para las personas, orientadas a plantear posibles soluciones a las necesidades detectadas en el diagnóstico.

Luego de aplicar la técnica Kaizen del proceso, a fin de determinar mejoras orientadas a mitigar la ausencia Plan de Mantenimiento Preventivo dentro de los procesos de producción de arena sílice, a continuación se presentan los focos de mejora obtenidos:

1. Gestión del Mantenimiento que incluya las mejores prácticas adoptadas por empresas de clase mundial

Como resultado del análisis de los diagramas de Causa-Efecto y de la matriz FODA, se apreciaron debilidades en el mantenimiento efectuado en el Departamento de Minas, comenzando que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, sino que día a día se trabaja en un mantenimiento correctivo. Tomando en cuenta estos resultados, y las continuas paradas y fallas generadas en el proceso a causa de parada de los equipos; se recomienda tomar a consideración un cambio en la gestión de operación y del mantenimiento llevado a cabo en la división minas.

En la figura que se presenta a continuación, se ve como ha evolucionado la gestión del mantenimiento a lo largo de los años.

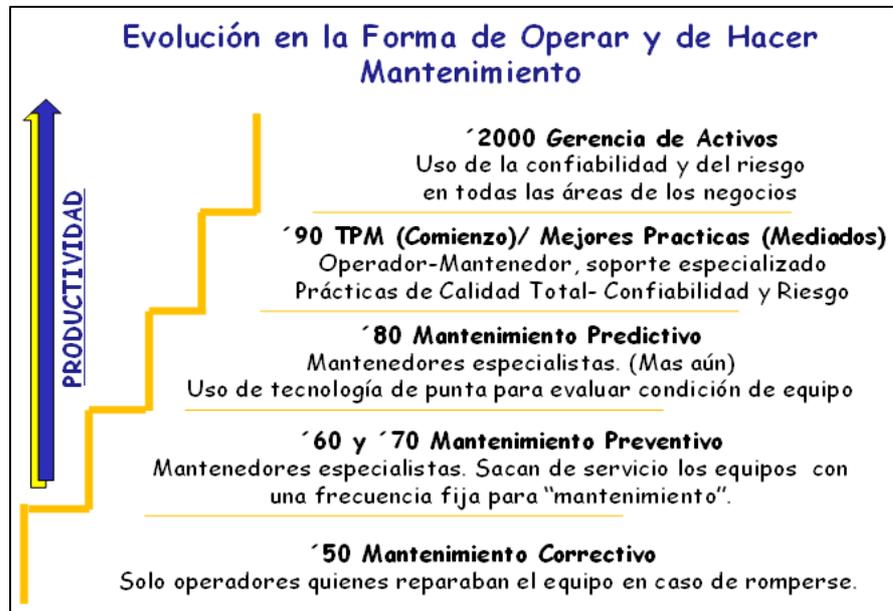


Figura N° 19.- Evolución de la gestión del mantenimiento

Fuente: H. Aguiar (2008)

Como se observa, el mantenimiento que se está aplicando hoy en día (reactivo), es la gestión más básica en cuanto al desarrollo que ha tenido la gestión del mantenimiento a lo largo de los años. Por ello se sugiere evaluar una mejora en la gestión del mantenimiento, yéndose a sistemas que son manejados en la actualidad, y que implican verdaderos beneficios a la empresa, logrando un cambio completo en lo que es la filosofía de la gestión del mantenimiento.

Las empresas que han alcanzado un mayor desarrollo tecnológico, mejores productos, siendo líderes en sus procesos, alcanzando mayores beneficios y bienestar para sus trabajadores, son denominadas de clase mundial (ejemplo, Toyota, Sony,...), y son aquellas empresas las que hoy en día

manejan sistemas de gestión del mantenimiento manejado a través de la gerencia de activos.

Viendo toda esta evolución, la gerencia de activos ofrece un enfoque integrado de todos los sistemas anteriores (ver Figura 20), y mas aun contempla todas las unidades del negocio, viendo de forma global su impacto en los procesos medulares y de soporte de la organización.

Pero no es fácil llegar a conseguir dicha gestión de mantenimiento, para ello es bueno comenzar a reforzar las mejores prácticas y trabajar en el mantenimiento centrado en la confiabilidad, tomando en cuenta que la confiabilidad; se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico, es decir, confiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione.

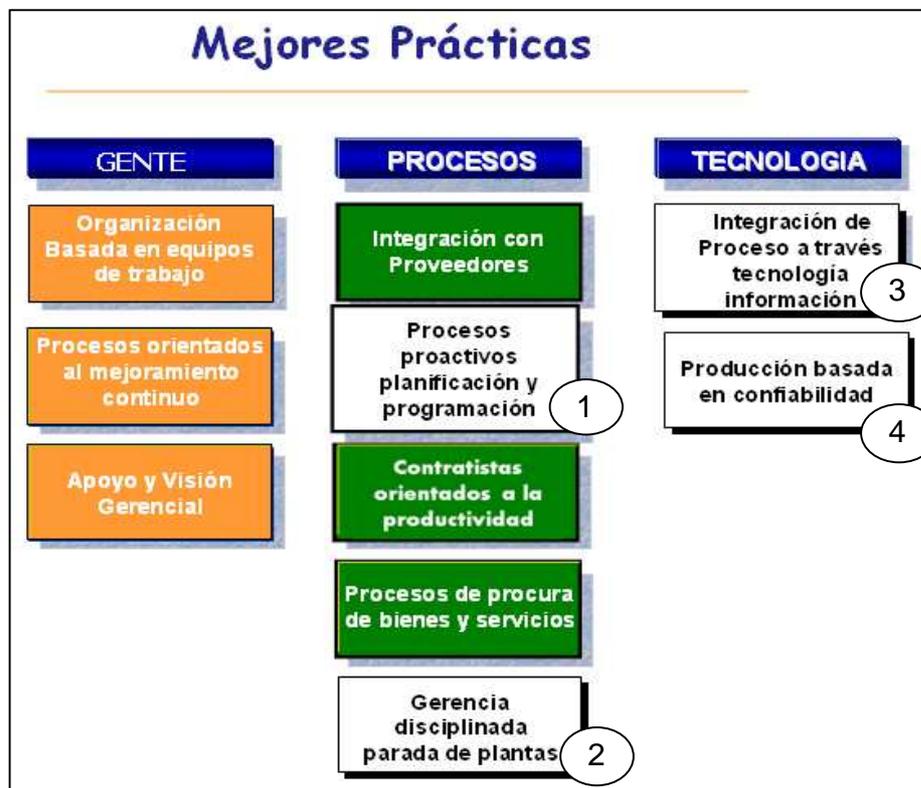


Figura N° 20.- Mejores Prácticas en empresas de clase mundial

Fuente: Fuente: H. Aguiar (2008)

Las diez mejores prácticas que se muestran en la figura anterior, son aquellas que han sido adoptadas por empresas de clase mundial, seis de estas prácticas provienen de la calidad total y las prácticas en blanco son las atribuibles a nuevas tendencias entre ellas confiabilidad y riesgo, y serían las más difíciles de lograr desarrollar.

A continuación una breve explicación de lo que implicaría estas cuatro nuevas mejores prácticas:

Práctica No 1: Planificación y Programación Proactiva

- Gerencia de la confiabilidad y mantenimiento basada en Planificación y Programación Proactiva.
- Planificación y Programación Proactiva (3P) orientada a maximizar la productividad de las instalaciones
 - Tiempo de operación
 - Ciclos del mantenimiento
 - Niveles de calidad
 - Mínimo costo/unidad de producción
- Proceso sistemático realimentado.
 - Operaciones/mantenimiento integrados hacia el mejoramiento continuo.
 - Procedimientos documentados con base en mejores prácticas y difundidos a toda la organización
 - Programas semanal, mensual y anual con reporte semanal
 - Solicitudes de trabajo en línea
- Planificación de actividades a corto, mediano y largo plazo
- Involucramiento de todos los actores

Práctica No 2: Gerencia Disciplinada de parada de planta

Esta práctica, aplica generalmente a las empresas petroleras, y a aquellas empresas que pueden con una frecuencia en el año parar las plantas de producción completamente para realizar mantenimientos generales.

La producción de vidrio plano flotado, es una producción continua, los 365 días año y 24 horas al día, el horno no se apaga y necesita continuamente estar alimentando de la composición, que es el resultado de la mezcla de las materias primas, donde la principal es la arena sílice que aporta el Departamento de Minas de la empresa, por lo cual, por ser el principal proveedor se requiere una producción continua del material, quizás en un futuro cuando se logre optimizar la producción de arena y crear altos niveles de inventarios se pudiera considerar esta modalidad.

Práctica No 3: Integración de Procesos a través de la Tecnología

- Sistemas integrados y alineados con las actividades/ procesos de trabajo y homologados en la organización
- Gerencia en función de la confiabilidad de los equipos
 - Históricos
 - Predictivo/preventivo
- Captura y registro total de la información
 - Horas - hombre
 - Costos
 - Inventario del mantenimiento rutinario.
 - Equipos nuevos
- Promoción de la cultura de Gerencia del Dato

Práctica No 4: Producción Basada en Confiabilidad (Confiabilidad Operacional)

La Confiabilidad Operacional busca que los sistemas operen según su demanda, bajo unas condiciones dadas, por un período de tiempo que dependerá de: el equipo, de la gente y del proceso. Esto permitirá lograr:

- Sistema de Gerencia de la confiabilidad operacional & mantenimiento
- Equipo formal de Confiabilidad & Predictivo
- Aplicación sistemática de metodologías de Confiabilidad Operacional y tecnologías
- predictivas
- Disponer de sistemas de clasificación / jerarquización de equipos / criticidad y
- confiabilidad del proceso
- Alto cumplimiento programas de mantenimiento preventivo
- Habilidad para predecir comportamiento de equipos con 12 meses de antelación
- Procesos formales de análisis de desviaciones / fallas (ACR)
- Auditorías regulares de preventivo y predictivo
- Criterios de mantenibilidad y confiabilidad desde el diseño.

Se recomienda tomar en consideración esta información y que sea punto de partida para plantearse una mejora al sistema de gestión de mantenimiento que se lleva actualmente, tomando en cuenta todas las ventajas que con dicho cambio se obtendría, y el impacto que tendrá en los rendimientos de producción y operatividad de la mina.

Ahora bien, continuando con el Kaizen del proceso, para determinar los focos de mejoras respecto a la falta de un plan de explotación minera, se determinó que dentro de los procesos de producción de arena sílice existen factores que son determinantes en la ocurrencia de las fallas potenciales que afectan la calidad del proceso y del producto. Entre ello se puede mencionar:

1. Condición de la Pulpa de arena a extraer / Área de explotación
2. Estado de la Malla criba de seguridad
3. Potenciómetros hidrociclones fase I
4. Potenciómetros hidrociclones fase II
5. Extracción de polvillo en el proceso de secado
6. Criba de seguridad silo de almacenamiento

Los factores anteriores deben tomarse en cuenta al momento de establecer los mecanismos de control y prevención de fallas ya que ellos tienen una inherencia directa en la calidad del producto. Por ello representan puntos críticos de fallas, cuando no se cumplen las prácticas operativas, especificaciones o recomendaciones establecidas para la ejecución y control de las variables que involucran dichos procesos.

La mayor parte de las actividades de control se realizan a nivel de inspecciones en cada una de las fases. Se inspeccionan la calidad del producto y el estado de los equipos, inclusive niveles de inventarios para así llevar un control de la producción, pero carecen de formatos óptimos, formales, y no son llevados por todo el personal y los turnos de trabajo, no cuentan con datos históricos ni condiciones específicas del proceso; es por ello que a continuación se presentan varias herramientas y acciones que se recomienda evaluar en busca de optimizar dichos controles:

2. Utilización de Listas de chequeo (check List) / Hojas de verificación

Las hojas de verificación son formatos construidos especialmente para recabar datos, de tal forma que sea sencillo su registro sistemático y que sea

fácil analizar la manera en que los principales factores que intervienen, influyen en una situación o problema específico. Son una herramienta que facilitan el analizar situaciones o realizar operaciones sin pasar por alto aspectos o detalles importantes. Funciona como un recordatorio múltiple, siendo de esta manera una herramienta muy acertada para establecer rutinas de inspección o de supervisión que aseguran la detección y la toma de acciones correctivas inmediatas en caso de detectar o prevenir posible la ocurrencia de fallas potenciales.

A continuación se indican una serie de recomendaciones para implementar las listas de chequeo:

1. Determinar en cada etapa del proceso, que situación o variable es necesario evaluar y/o tomar en cuenta, sus objetivos y el propósito que se desea conseguir, luego definir que tipo de datos e información se requieren.
2. Como hay turnos de trabajo, y en cada turno hay rutinas establecidas, se debe establecer el periodo durante el cual se obtendrán los datos, en que momento del turno debe hacerse.
3. Diseñar el formato adecuado, debe llevar la información completa sobre el origen de los datos, lo que permitirá realizar una trazabilidad de la información recabada: fechas, turno, maquina, proceso, operador que registra la data.

Esta es una herramienta muy valiosa y útil para cualquier departamento o proceso, se recomienda su uso en la entrega de turno ya que facilita la inspección que debe realizar el grupo entrante de las condiciones de los equipos y del proceso que esta recibiendo, de igual forma es muy útil para el área de mantenimiento y las rutinas de revisión de equipos que debe realizarse.

3. Implantación de Gráficos o Diagramas de Control

La idea básica de una carta de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento de un proceso, con el propósito de distinguir las variaciones debidas a causas comunes de las ocasionadas por causas especiales (atribuibles). Esto permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos.

Una grafica de control es una grafica con una línea central que muestra el promedio de los datos producidos. Tiene límites de control superiores e inferiores basados en cálculos estadísticos. Se utiliza para determinar el centrado y la variación de procesos y para localizar los patrones o tendencias poco comunes en los datos.

Como las graficas de control muestran el comportamientos de los datos (variables) es posible apreciar tendencias y de esta manera ayudar a la toma de acciones preventivas y de decisiones que permitan retornar la variable a niveles de control.

Las graficas de control tienen dos funciones básicas:

1. Son una herramienta para la toma de decisiones, ya que proporcionan una base para tomar una decisión, como la de investigar posibles problemas, ajustar el proceso o abandonar el proceso.
2. Son una herramienta de resolución de problemas, ya que ayudan a identificar la existencia de un problema en el proceso, sirven para determinar la base sobre la cual formular acciones de mejora

Los gráficos de control mejoran el análisis de un proceso al mostrar como este se esta desempeñando con el transcurso del tiempo.

Existen dos tipos generales de gráficos de control, una para variables y otra para atributos. Para el caso de los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L se sugiere la utilización de gráficos de control para variables, ya que son las graficas de

este tipo las que se aplican a variables o características de calidad, que son de tipo continuo y requieren un instrumento de medición.

El gráfico para variables a su vez tiene varios tipos, como son los gráficos de control de rangos, de medias y gráficos para valores individuales. Como lo que se busca es ver si el proceso está bajo control o no, y no se cuenta con varias observaciones de un mismo producto, se recomienda los gráficos de control para valores individuales, ya que en el proceso evaluado no se pueden tomar muestras con varios elementos ya que se realiza una sola observación en momentos predeterminados.

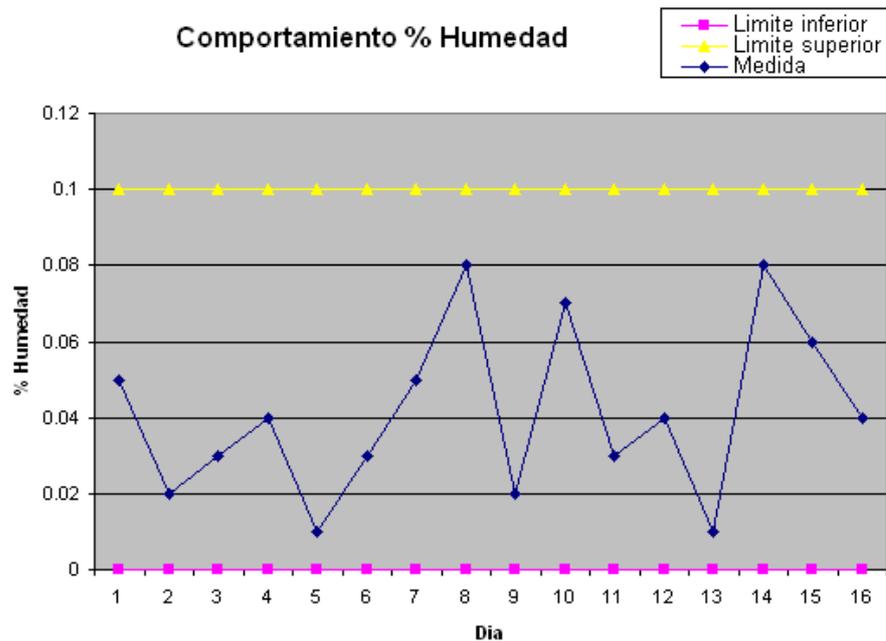
Este gráfico puede utilizarse para las principales características de calidad del producto, y a su vez para una variable que se considere crítica en el proceso.

Algunas de las características de calidad de la arena que pudiese llevarse a través de gráficos de control para valores individuales son:

- % Humedad de la Arena
- % Retención malla 30
- % Retención malla 140
- % Retención malla PAN
- % Arcilla en la Arena

Las anteriores características son las consideradas más críticas y de mayor afectación en el proceso de producción del vidrio plano flotado, ya que pueden causar defectos en el producto final o fallas en el proceso.

Los límites superiores e inferiores de los gráficos corresponderán a las especificaciones que se manejan para dichas variables. A continuación se presenta un ejemplo de un gráfico para el control de la variable de % Humedad en la arena:



DIA	Turno	Responsables	Acciones tomadas

Figura N° 21 .- Grafica de control para el % Humedad

Fuente: La Autora (2010)

De esta manera se pueden construir los formatos de las graficas, para que diariamente o según la frecuencia que requiera el proceso, el operador registre la data. De igual manera se recomienda que las graficas se encuentren en una cartelera o lugar visible, para que este al alcance de todos. Se sugiere a su vez, que el gráfico vaya acompañado de un cuadro de texto para completar en caso tal de tomar alguna acción correctiva al proceso, para así hacerle un mejor seguimiento y corroborar los resultados de dichas acciones.

4. Reformulación de las Rutinas de Control de Calidad

El esfuerzo del analista del laboratorio esta orientado al análisis del material transportado por las camiones, antes de ser despachada de la mina, pero por el proceso de producción que ha sido explicado a lo largo de este capitulo, una vez cargada la camiones no admite correctivo alguno y el material debe ser llevado a un reproceso desde fase II, incurriendo en costos adicionales del proceso. Entonces cabe hacerse la siguiente pregunta, *¿Por qué no orientar parte de las rutinas al análisis del producto de cada una de las fases?* , el llevar un control adecuado y oportuno del material que se procesa en cada fase es posible orientarlo según seas sus características a la próxima fase del proceso o bien realizar de una vez el reproceso sin dejar que pase a las otras fases aumentando así sus costos operacionales. Tomando en cuenta lo anterior, y conociendo los controles actuales que se llevan a cabo, se sugieren las siguientes rutinas:

Tabla N° 6.- Rutinas de análisis propuestas por turno

Fase	Granulometría	Arcilla	Frecuencia	Toma de muestra
I	SI	SI	2 veces / turno	Criba de Desagüe
II	SI	SI	2 veces / turno	Criba de Desagüe
IV	SI	NO	1 vez / turno	Camiones

Fuente: La Autora (2010)

Cuando se plantea la frecuencia en dos veces por turno, se sugiere que sea al inicio del turno y a la mitad de turno.

Los análisis del laboratorio se están enfocando en tener un mayor control en todo el proceso, por lo que el tiempo dedicado a los análisis de cada fase colisionará con los análisis de los camiones para su despacho. Debido a todo esto y por garantizar en todas las etapas del proceso la calidad del producto

no se realizará los análisis de todos los camiones despachadas ya que físicamente no es posible. En el mejor de los casos se podrá analizar un 30-40 % de las camiones despachadas, si idealmente se despacharan 13 camiones/día se analizaran entre 4-5 camiones, tomando este análisis como un “aseguramiento de la calidad” y no como un control de la misma, ya que el control se esta realizando en las etapas anteriores.

Los camiones a analizar serán el primero en salir, uno a media mañana, al mediodía, y otro en la tarde.

En este punto también se sugiere hacer seguimiento del indicador propuesto:

$$\text{Calidad de la arena} = \frac{\text{Cantidad de camiones dentro de las especificaciones}}{\text{cantidad total de camiones recibidos}}$$

Este indicador será calculado en la planta con los resultados de los análisis realizados a los camiones de arena recibidos, pero es importante que el área de laboratorio y control de calidad de la mina reciba una actualización de estos resultados con el fin de trabajar paralelamente para lograr cumplir la meta propuesta para el mismo.

En el punto III.5 Resultados del Diagnostico de esta investigación, es posible ver el histórico de este indicador para un periodo de 13 meses, los resultados indican que:

- De los 13 meses, en 04 de ellos el indicador estuvo entre 50-59%
- De los 13 meses, en 04 de ellos el indicador estuvo entre 60-69%
- De los 13 meses, en 05 de ellos el indicador fue >70 %

Como sugerencia se puede colocar como meta inicial que el valor del indicador sea > 70%, al alcanzar este resultado de manera estable, este valor puede hacerse cada vez mas estricto llegando a > 90%. Lo cual seria un valor aceptable tomando en consideración el sistema de alimentación de

los silos planos y verticales en la fábrica, que contribuye al mezclado del material, lo que permitiría que el 10% de los camiones con material fuera de especificación se mezclasen disminuyendo así su impacto en el proceso y en el producto final.

A fin de incorporar la gerencia visible se recomienda el uso de semáforos en el sitio de trabajo estratégicos en el cual se muestre a los trabajadores, mediante colores verde, amarillo y rojo, el resultado de la gestión mensual. Según se recomienda en la sección del diagnóstico, los valores estarían determinados si el resultado se encuentra dentro de los siguientes rangos:

Verde 100,00%-90,00%

Amarillo 70,00%-89,99%

Rojo menor de 69,99%

Implantar un plan de Entrenamiento y contratación del personal que incluya la cultura organizacional en el Departamento de Minas y la integración con el personal de la planta.

El Kaizen del hombre tiene como premisa que “el hombre es el recurso más importante de la organización”, y dicha premisa forma parte de la misión y de la visión de Guardián de Venezuela S.R.L. Dicha afirmación indica la necesidad de la participación de todos los empleados en la dinámica de la mejora continua de los procesos, ya que la mejora no se dará por si sola, sino como el resultado de las acciones que realicen los empleados orientadas a conseguir dicha mejora como parte de los logros de la organización.

Tanto en el análisis de los diagramas causa-efecto como en la matriz FODA, los resultados obtenidos en este aspecto indicaron que:

- Diagrama Causa- Efecto:
 - Mano de Obra poco comprometida
 - Desconocimiento de su impacto.
- Matriz FODA: Debilidades
 - Falta de compromiso del personal
 - Afianzar visión, misión y cultural organizacional.

Debido a la distancia geográfica en la cual se encuentra el Departamento de Minas de la sede de Guardian de Venezuela S.R.L., los trabajadores del departamento en estudio tienen la percepción de estar aislados, la mayor parte de las veces no se identifican del todo con la empresa y no tienen el sentido de pertenencia. Son pocas las oportunidades en las cuales ambos grupos de trabajadores logran compartir e intercambiar experiencias. Esto ha permitido que se pierda el significado del impacto que origina en la empresa, si llegase a fallar algún proceso en la mina, como también el impacto que tiene la calidad de la arena en la calidad del proceso de producción del vidrio e incluso en la calidad del vidrio final.

En base a la técnica *“Goal Deployment”*, se formularon en las mesas de trabajo, una visión y misión del Departamento de Minas con la cual sus trabajadores pudiesen identificarse y las cuales se presentan a continuación:

Misión

“Producir de manera oportuna y eficiente la arena sílice con los parámetros y especificaciones establecidas por nuestros clientes, garantizando confiabilidad y seguridad en la calidad y abastecimiento del producto”

Visión

“Ser un equipo capacitado para cubrir las expectativas y necesidades de nuestros clientes, buscando siempre bajos costos en operatividad,

minimizando desperdicios con el compromiso de nuestra gente y así contribuir a la mejora continua de nuestro proceso”.

A la par del establecimiento de la Misión y Visión se formularon objetivos estratégicos del departamento, orientados al logro de los objetivos estratégicos de la organización:

Objetivos Estratégicos

- Cumplir con los niveles de producción establecidos para lograr satisfacer las necesidades de nuestros clientes.
- Disminuir los desperdicios en nuestros procesos
- Integrar y capacitar a nuestra gente para así lograr un mejor desempeño
- Contribuir con la preservación del medio ambiente para resguardar nuestro ecosistema.

El difundir esta misión, visión y objetivos estratégicos les permitirá a los trabajadores de la división minas tener un norte hacia donde dirigirse, a su vez siempre afianzando que dichos esfuerzos se sumaran a los esfuerzos que cada uno de los departamentos de la organización realizaran en pro de alcanzar los objetivos estratégicos señalados por la gerencia de la organización.

Se recomienda de igual forma, que antes de que se incorpore un nuevo trabajador al Departamento de Minas, reciba entrenamientos en las instalaciones de Guardián de Venezuela S.R.L a fin de que conozca el proceso del vidrio y el impacto que tiene la arena como su principal materia prima. Esto le permitirá llegar a la mina con una visión mas amplia de su campo de actuación y a que se dedica realmente la organización; esto sería bueno no solo realizarse en los nuevos trabajadores sino en los que ya forman parte de la plantilla de la mina a fin de refrescar dichos conocimientos.

A la par se sugiere, planificar y efectuar actividades en común para ambos grupos de trabajadores, bien sea en los juegos deportivos o celebraciones especiales a fin de reforzar los lazos que al final llevaran a aumentar o mejorar su identificación con la organización.

De igual forma se recomienda antes de comenzar cualquier actividad en pro a la integración, que se realice un test de Clima Organizacional a fin de definir cuales aspectos deben ser reforzados mas que otros o con cual prioridad, esto permitirá organizar y planificar las acciones a tomar.

5. Realización de Auditorias

Las auditorias son una herramienta muy importante y valiosa en la evaluación y revisión de procesos, permite identificar focos de mejoras y tiene como producto aportes a la organización que le permitan la realización de acciones preventivas, correctivas o sugerencias de mejora.

Las auditorias se realizan de forma sistemática para determinar hasta qué punto una organización está cumpliendo los objetivos establecidos por la gerencia, así como para identificar los que requieren mejorarse.

Se recomienda, planificar auditorias de seguimiento de la ejecución y cumplimiento de las practicas operacionales, normas técnicas, normas de seguridad y normativas ambientales relacionadas con el proceso de producción de arena sílice; esto permitirá llevar un control de la gestión de los procesos llevados a acabo en el Departamento de Minas así como también la actuación y el desempeño del personal que labora en sus instalaciones.

Dichas auditorias podrían ser realizadas, por personal que cuente con una capacidad técnica en relación al área a auditar, ya que el objetivo que se busca es el de poder identificar las áreas de mejora, o puntos débiles en el sistema que deban ser corregidos para mejorar el desempeño de los procesos llevados a cabo en el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L.

En resumen, el plan de mejoras diseñado se presenta a continuación:

Tabla N° 7.- Plan de Mejoras Diseñado

Necesidad diagnosticada	Focos de mejora	
La ausencia Plan de Mantenimiento Preventivo	1. Gestión del Mantenimiento que incluya las mejores prácticas adoptadas por empresas de clase mundial	6. Realización de Auditorias
La falta de un Plan de Explotación Minera	2. Utilización de Listas de chequeo (check List) / Hojas de verificación	
	3. Implantación de Gráficos o Diagramas de Control	
Carencia de un Plan de Entrenamiento y contratación	4. Reformulación de las Rutinas de Control de Calidad, que incluye la cuantificación periódica del indicador.	
	5. Implantar la cultura organizacional, integración entre el personal de la mina y la planta.	

Fuente: La Autora (2012)

CAPITULO V

FASE DE LA EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD

Dentro de este capítulo se presenta la tercera fase del proyecto factible, que consiste en evaluar si es factible o no implantar el plan de mejora diseñado en esta investigación, consta de la metodología, planificación, proceso cumplido y la evaluación de la factibilidad propiamente dicha.

V. 1 Metodología para la Fase de Evaluación de la Factibilidad

A partir de los análisis realizados fueron identificados 6 focos de mejora que atenderán las 3 necesidades diagnosticadas dentro de la unidad de negocios en estudio.

La primera necesidad corresponde a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, para ello son sugeridas prácticas de mantenimiento que corresponde a las mejores prácticas adoptadas por empresas de clase mundial, que serán factibles de aplicar si mitiga los riesgos detectados. Esto se comprobaría a través de la aplicación del AMEF, determinando el número prioritario de riesgo (NPR), que deberá de ser menor al determinado inicialmente.

La segunda necesidad es la falta de un plan de explotación minera, para atender esta necesidad es posible el uso de las listas de chequeo / Hojas de verificación, diagramas o graficas de control que permitirá realizar seguimiento a las principales variable e indicadores del proceso y actuar de forma preventiva si es necesario de acuerdo a las tendencias, y por ultimo reformular las Rutinas de Control de Calidad, que incluye la cuantificación periódica del indicador de calidad sugerido, esto ayudara a orientar los procedimientos y tiempo de análisis a actividades que añadan valor agregado al proceso.

Para analizar la factibilidad de implantar un plan de mejoras en el Departamento de Minas, se procederá a determinar los riesgos potenciales y la criticidad de los procesos llevados a cabo en el Departamento de Minas utilizando como herramienta el Análisis de Modo y Efectos de Fallas (AMEF), ya que permite identificar y analizar las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que estas ocurran, con el propósito de eliminarlas o minimizar el riesgo asociado a la misma.

La metodología consiste en definir, mediante mesas de trabajo, los tipos de efectos o impactos que pudieran ocurrir en el proceso y detectar la falla, el modo y la causa que los genera; este enfoque considera plantearse todos los tipos de fallas posibles que pudieran ocurrir con su efecto potencial y luego definir todas las causas o bajo que condiciones se generan.

La utilidad del formato del AMEF consiste en facilitar y organizar la información sobre el análisis de las fallas potenciales del proceso y presentar en forma tabulada la información como un resultado específico.

Las partes de un AMEF se pueden dividir en dos:

1) Identificación e Información:

- Tipo de AMEF: especifica si es de diseño o de proceso
- Nombre/proceso o actividad: se registra el nombre del proceso, subproceso o actividad que se esta analizando
- Responsabilidad de diseño/manufactura: nombre de la planta y de la unidad organizativa con responsabilidad en el proceso.
- Otras áreas involucradas: área/departamento afectados o involucrados en la función, los procesos, subprocesos o actividad que se esta analizando.
- Proveedores y plantas afectadas: liste cualquier proveedor o plantas involucradas en la fabricación de algún componente empleado en el proceso objeto de estudio.
- Descripción/propósito del proceso: anotar una descripción simple del

proceso que se esta analizando.

2) Cuerpo:

- Modo potencial de falla: indica la manera en que ocurre la falla o error.
- Efecto potencial de falla: da a conocer lo que pasaría si la falla o el error potencial se presenta.
- Causa potencial de la falla: ayuda a identificar lo que puede estar generando la falla o bajo que condición se presenta el error.
- Ocurrencia: alerta la frecuencia con la que la falla podría presentarse.
- Detección: indica la posibilidad de encontrar la falla antes de que el proceso sea afectado e impacte la calidad del producto.
- Severidad: indica la gravedad de la falla o error en el proceso o en el cliente que recibe el producto.
- Numero prioritario de riesgo (NPR): es el valor resultante al multiplicar la severidad por la ocurrencia y la detección. Si el NPR es cada vez mayor, indica que la falla, defecto o error se le debe dar prioridad y prestar mayor atención.

Además de las partes del AMEF, es necesario definir los criterios de evaluación de todas las variables que se manejan para la realización del análisis de modo y efectos de falla, las cuales se definen a continuación:

Criterios para Evaluar la Severidad:

El primer paso para el análisis de riesgo es cuantificar la severidad de los efectos, siendo evaluados en una escala del 1 al 10, donde el 1 represente lo mas severo.

Tabla N° 8.- Criterios de Evaluación de la Severidad

Efecto	Criterios de severidad	Valor
Peligroso sin alarma	Incidente que afecta la operación segura del proceso, puede poner en peligro la vida del operador, puede ocurrir sin ningún tipo de alarma. Afecta la calidad del producto y produce insatisfacción del cliente	10
Peligroso con alarma	Puede poner en peligro al trabajador, causar graves daños al equipo, afecta la operación y la calidad del producto. El incidente ocurrirá con alarma.	9
Extremo	Interrupción importante en la cadena de producción. 100% del producto puede ser rechazado, el producto es inoperable con pérdida con costo de producción y materias prima. El equipo puede sufrir daños.	8
Mayor	Interrupción de mediana importancia en la cadena de producción. El producto puede ser reclasificado y una porción desechada (mayor 50%), el producto puede ser aprovechado en un nivel reducido de calidad. Se afecta significativamente el costo de producción.	7
Significante	Interrupción de menor importancia en la cadena de producción. El producto puede ser desechada (25%), se producen daños menores al equipo y se incrementan los costos de producción.	6
Moderado	La Interrupción de la producción es de menor importancia y el costo de producción se incrementa levemente. Menos del 15% del producto es rechazado.	5
Menor	La Interrupción de la producción es baja, el producto puede ser despachado, bajo condiciones acordadas con el cliente, el cliente nota el defecto.	4
Poco	La interrupción es de menor importancia en la cadena de producción, una porción menor del 15% del producto puede ser desviado para otras aplicaciones. Los clientes no notan el defecto. Los daños a los equipos son mínimos.	3
Muy poco	Interrupción de mínima importancia en la producción (pequeñas demoras). No hay afectación en la calidad del producto ni daños en los equipos. Se afecta principalmente los tiempos de producción.	2
Sin efecto	El modelo de fallo o error no tiene ningún efecto.	1

Fuente: Orta, Estalin (2006)

Criterios para la Evaluación de la Ocurrencia:

En el AMEF de un proceso, las causas son fallas o errores específicos, descritos en términos de una característica o acción que pueda ser corregida o controlada. La ocurrencia de las fallas es evaluada en función de la frecuencia; esta se define como la probabilidad de que una causa en particular ocurra y resulte en una falla durante la ejecución del proceso o

actividad realizada.

El valor de la ocurrencia se determino utilizando como referencia la siguiente tabla. Es valido hacer notar que en caso de obtener valores intermedios se asume el valor superior inmediato y si se desconociera totalmente la probabilidad de fallas se debe asumir una ocurrencia igual a 10.

Tabla N° 9.- Criterios para evaluar la Ocurrencia

Probabilidad del Incidente	Porcentaje de Ocurrencia	Valor
Siempre ocurre: es casi inevitable	1 en 2 >	10
Muy alta: es uy repetitivo	1 en 3	9
Alta: es repetitivo	1 en 8	8
Moderadamente alta: ocasional	1 en 20	7
Media	1 en 80	6
Poca: relativamente poco incidentes	1 en 400	5
Frecuente	1 en 2000	4
Poco Frecuente	1 en 15000	3
Remota	1 en 150000	2
Casi nunca: incidente inverosímil	1 en 1500000	1

Fuente: Orta, Estalin (2006)

Criterios de Evaluación para la Detección:

La detección es una evaluación de la probabilidad de que los controles existentes en el proceso, detecten el modo de falla antes de que la parte o actividad realizada presente un incidente de falla o error. Un control de detección valido es el muestreo, la auditoria y la inspección hecha preferiblemente con bases estadísticas.

Tabla N° 10.- Criterios para evaluar la Detección

Efecto	Criterios de la severidad en el AMEF de un proceso	Valor
Casi Imposible	Ninguno de los controles actuales tienen la posibilidad de detectar el incidente o causa de fallas.	10
Remota	Los controles actuales tienen una posibilidad muy lejana de detectar incidente modo o causa de falla	9
Poco Frecuente	Los controles actuales tienen una posibilidad lejana de detectar incidente modo o causa de falla	8
Frecuente	Los controles actuales tienen una posibilidad muy baja de detectar incidente modo o causa de falla	7
Baja	Los controles actuales tienen una posibilidad baja de detectar incidente modo o causa de falla	6
Media	Los controles actuales tienen una posibilidad moderada de detectar incidente modo o causa de falla	5
Moderadamente alta	Los controles actuales tienen una posibilidad moderadamente alta de detectar incidente modo o causa de falla	4
Alta	Los controles actuales tienen una posibilidad alta de detectar incidente modo o causa de falla	3
Muy alta	Los controles actuales tienen una posibilidad muy alta de detectar incidente modo o causa de falla	2
Siempre Ocurre	Los controles actuales detectan el incidente modo o causa de falla	1

Fuente: Orta, Estalin (2006)

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR):

El número de prioridad de riesgo (NPR) es el producto matemático de la severidad (S), la ocurrencia (O) y la detección (D), es decir:

$$NPR = S \times O \times D$$

Este valor se emplea para identificar los riesgos más serios y así buscar acciones correctivas y/o preventivas.

Cuando los modos de fallas han sido ordenados por el NPR, las acciones correctiva deben ser dirigidas primero a los problemas y puntos de mayor

ítems críticos, la intención de cualquier acción recomendada es el de reducir los grados de severidad y/o detección.

El Criterio de evaluación para el número de NPR obtenido será:

Tabla N° 11.- Criterio de Evaluación del NPR

Área de Impacto	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo
	NPR = 500 o más	NPR ente 350 a 500	NPR entre 250 a 350
Seguridad y Salud	Alto Riesgo de la vida personal	Riesgo de la vida significativo del personal	No existe riesgo ni de salud ni daños al personal
	Daños graves a la salud del personal	Daños menores a la salud del personal	
	Pérdida de material		
Medio Ambiente	Derrames y fugas: alto excedente de límites permitidos	Derrames y fugas: repetitivas y excedentes a los límites permitidos	Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos
Calidad y productividad	Defectos de Producción	Variaciones en las especificaciones de calidad y productividad	Sin efectos
	Reducción de velocidad		
	Reducción de Producción		
Producción	Parada de todo el proceso	Parada de una parte del proceso	Sin efectos

Fuente: Juárez, Henry (2007)

La tercera necesidad relacionada con la carencia de un Plan de Entrenamiento y contratación de personal, esta necesidad en específico involucra el kaizen del hombre, dicho plan será posible en la medida que los líderes de la empresa estén comprometidos y alineados a la implementación del sistema de gestión de la Calidad.

De igual forma se tiene un último foco de mejora que atiende a las tres necesidades identificadas, y corresponde a la realización de auditorías, que permitirá entrar en el ciclo de la mejora continua evidenciando los resultados y sostenimiento de las acciones tomadas para atender las 3 necesidades determinadas. El cumplimiento de este último foco como también el

desarrollo de un plan de entrenamiento y contratación está directamente relacionado a la gestión de los líderes de la empresa y su compromiso con el sistema de gestión de la calidad

V. 2 Planificación del Proceso

Como herramienta para la planificación del proceso de la evaluación de la factibilidad fue realizada la operacionalización de las variables del estudio relacionadas con el objetivo general y el objetivo específico planteado en el proyecto de esta investigación, permitiendo marcar un punto de partida para el desarrollo de este capítulo.

Tabla N° 12.- Operacionalización de las Variables para determinar la factibilidad

OBJETIVO GENERAL: Diseñar una propuesta de mejora continua para el proceso de producción de arena sílice en el Departamento de Mina de Guardian de Venezuela S.A., mediante la aplicación de las herramientas de la calidad				
OBJETIVO ESPECIFICO	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO
Analizar la factibilidad de implantar un plan de mejoras en el Departamento de Minas	Mejora del proceso	Procesos susceptibles a mejora	Elementos de entrada	Revisión, aplicación de la metodología AMEF, herramientas de la calidad
			Actividades / Procedimientos	
			Elementos de Salida	

Fuente: La Autora (2012)

V. 3 Aplicación del Proceso

La aplicación del AMEF se realizó en mesas de trabajo, donde la metodología empleada fue la de definir todos los tipos de efectos o impactos

que pudieran ocurrir en el proceso y detectar la falla, el modo y la causa que los genera; este enfoque considera plantearse todos los tipos de fallas posibles que pudieran ocurrir con su efecto potencial y luego definir todas las causas o bajo que condiciones se generan.

Los formularios del AMEF, están divididos por los subprocesos de producción de arena sílice, esto para facilitar la comprensión de los formularios y lograr la clasificación de los resultados por los subprocesos evaluados.

Los resultados se encuentran como parte de los anexos.

En cada uno de los procesos que involucra la producción de arena, se estudiaron los posibles modos de falla, las causas que las podrían originar, los controles actuales que se aplican para evitar dicha falla y se dan ciertas recomendaciones para disminuir la probabilidad de ocurrencia de la falla.

En el proceso de Extracción de la pulpa de arena se consideraron 5 posibles fallas, de las cuales de acuerdo a la severidad, ocurrencia y probabilidades actuales de detección, una sola de las fallas obtuvo un NPR considerado como riesgo menor. Dicha falla indica la imposibilidad de extraer material de la laguna, por lo cual las acciones recomendadas es la de implantar un plan de mantenimiento preventivo que permita intervenir de forma continua y controlada la draga que es el instrumento con el cual se realiza la extracción, sumado a esto se sugiere mantener siempre un stock ente 500 y 2500 ton de arena en fase I, lo que da cierta holgura para intervenir el equipo en caso de algún contratiempo.

En cuanto a la fase I, que corresponde a la preclasificación del material, se evaluaron 9 tipos de falla, de las cuales solo 4 tuvieron como resultado, causas potenciales con valores de NPR dentro de la clasificación establecida. Entre ellos se puede destacar:

- Rotura de la Malla de la criba de rechazo de partículas de 3/8" por desgaste del equipo: se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo.

- Falla de una bomba de pulpa, lo que ocasiona que baje a la mitad la producción, esto debido a desgaste de bocinas, sellos, ejes, etc.: se recomienda tener los repuestos como parte del stock de almacén además de crear un plan de mantenimiento preventivo para este equipo, debido a lo que ocurre en la producción si el llegase a fallar.
- Falla de la cinta transportadora a razón de dos causas, por rotura de las grapas, falla de los rodillos y desgaste de los raspadores: para las 3 causas las posibles acciones comunes son sustituir el Conveyor, implementar plan de mantenimiento preventivo y adicionalmente para la cinta.
- Falla en el tablero de control: la causa considerada es por falla en el mantenimiento y la recomendación es la de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Para la Fase II, se obtuvieron 9 causas potenciales que representan riesgo, entre ellas 5 de riesgo menor, 3 de riesgo moderado y una de riesgo mayor. Estas posibles causas están distribuidas en 5 posibles fallas las cuales se detallan a continuación:

- Falla en la alimentación de fase II a causa de la parada de la fase, por la imposibilidad de uso del pay loader debido a condiciones climáticas, como esta falla corresponde a un agente externo no controlable no es posible realizar recomendaciones.
- Material con granulometría fuera de especificación lo que lleva a la parada de la fase II, esto puede atribuirse a la falla del suministro de agua proveniente del tanque principal, o a la falla de la bomba Ritter, por lo cual se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo y evaluar las condiciones actuales del tanque ya que puede ameritar reparación de la estructura.
- Material con granulometría fuera de especificación a causa de un rechazo inadecuado del material atribuible a la falla de set point o a la

falla de la válvula de granito (clarkson), se recomienda la calibración y continua verificación del mismo e implementar un plan de mantenimiento preventivo a la válvula clarkson y colocar en funcionamiento los caudalímetros.

- Material con alta humedad, debido al mal funcionamiento de los muelles de la criba y se recomienda establecer rutinas de inspección.
- Falla de la cinta transportadora, lo que implica la parada de la fase las posibles causas son la rotura de las grapas, falla de los rodillos (chumaceras y rodamientos) y desgaste de los raspadores, se recomienda implementar las debidas inspecciones y verificaciones junto con un plan de mantenimiento preventivo.

En el análisis de la Fase III se obtuvo una posible falla de riesgo menor, 4 de riesgo moderado y 2 de riesgo mayor, según la clasificación establecida. Los procesos donde resultaron estas fallas son los de: alimentación de fase III, el proceso de secado y el transporte del material al silo de almacenamiento. Para el primero proceso la falla es la imposibilidad de alimentar la fase debido a condiciones climáticas en las que el pay loader no puede operar, para el segundo proceso, la falla considerada fue la parada de la fase que viene determinada por la parada de horno de secado, de acuerdo a la causa de la falla se obtiene un riesgo moderado o un riesgo menor, las causas de la falla evaluada son:

- Falla de la criba del silo: para reducir la probabilidad de ocurrencia de esta falla, se recomienda implementar rutinas de inspección de las condiciones de la criba con frecuencia establecida, dejar registros.
- Falla del quemador: representa la única causa de falla de riesgo menor, y las recomendaciones son: implementar Mantenimiento Preventivo y colocar el extractor de polvillo (Eliminar gases y polvillo aumenta rendimiento y evita la contaminación).

- Falla Mecánica: incluye una falla de diversos componentes mecánicos y la recomendación es la de implementar un plan de mantenimiento preventivo, para actuar antes de que el equipo se pare a causa de la falla.

El tercer proceso corresponde a la falla en la cinta transportadora al silo de almacenamiento, esto también conlleva a la parada del horno. Las causas evaluadas de la falla son:

- Roturas de las grapas
- Falla de los rodillos
- Desgaste de los raspadores

Para estas tres posibles causas de falla se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo y a su vez para el caso de las roturas de las grapas se sugiere sustituir el conveyor.

Para la fase IV, se obtuvieron 4 causas posibles de falla, de los cuales uno es de riesgo mayor y tres son de riesgo moderado. Estas causas se presentan para dos fallas, las cuales son: rotura de la malla de la criba del silo y falla en la cinta transportadora. Para la rotura de la criba se considera el peso del material que la criba está recibiendo considerado mayor del peso óptimo haciendo que la malla ceda y deje pasar material, contaminando así el material que ya está almacenado en el silo porque no va a haber una retención del material grueso que aun pueda permanecer en esta etapa del proceso, como recomendación se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Para el caso de la falla en la cinta transportadora, se consideran las mismas tres causas de falla evaluadas para la falla en la cinta transportadora de fase III.

V. 4 Factibilidad de la propuesta

En la siguiente tabla se resumen los resultados de las posibles causas de falla evaluadas en las etapas del proceso de producción de arena sílice en el Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.A

Tabla N° 13.- Fallas con riesgo obtenidas para cada uno de los procesos.

PROCESO	RIESGO MENOR (NPR: 250-350)	RIESGO MODERADO (NPR:350-500)	RIESGO MAYOR (NPR>500)	TOTAL DE FALLAS POR PROCESO
Explotación	1	0	0	1
Fase I: pre-clasificación	2	2	2	6
Fase II: clasificación	5	3	1	9
Fase III: secado	1	4	2	7
Fase IV: almacén y despacho	0	3	1	4
TOTAL DE FALLAS POR TIPO DE RIESGO	9	12	7	27

Fuente: La Autora (2009)

De no actuar en las fallas de riesgo menor estas pudiesen ir aumentando su ocurrencia haciendo que el producto de NPR aumente y clasifique entonces como riesgo moderado o mayor, lo mismo ocurre con las causas de riesgo moderado obtenidas.

En la tabla anterior se puede apreciar que los procesos que actualmente implican un mayor riesgo, en función de la cantidad de fallas obtenidas dentro de la clasificación establecida, son la fase II, seguida por la fase III y fase I. Son las fallas correspondientes a estos procesos a las cuales se recomienda tomar prioridad ya que pueden poner en riesgo dichos procesos y por ende la producción, ya que muchas de ellas implican la parada de la fase.

En los formularios del AMEF, luego de determinar la falla, el efecto, la(s) causa(s) y el número de prioridad de riesgo (NPR) que tiene dicha falla, es necesario establecer las acciones que se recomiendan que permitan los controles necesarios para evitar la ocurrencia de a falla, esto generalmente abarca acciones que permitan detectar y controlar las actividades realizadas, los parámetros, equipo y condiciones, que puedan disminuir y evitar la ocurrencia de la falla potencial.

En el AMEF realizado y a lo largo de los análisis obtenidos del mismo se indican las posibles recomendaciones para minimizar la probabilidad de ocurrencia de la falla. Dichas acciones están basadas en actividades de supervisión, inspección, control de los procesos y lo que fue el común en todas las recomendaciones, implementar un plan de mantenimiento preventivo. Dicho mantenimiento permitirá llevar un control del estado de los equipos actuando de forma preventiva antes de que los mismos lleguen a pararse y entonces ameriten actuar en forma correctiva implicando paradas largas de los equipos disminuyendo así los niveles de producción.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, corresponde al primer foco de mejora determinado, y su aplicación en los procesos analizados se considera factible, en base al impacto y resultados positivos que conlleva el implementar este tipo de plan

En cuanto a la implementación de hojas de verificación, diagramas de control y evaluación/modificación de la rutinas existentes, focos 2, 3 y 4, respectivamente, su práctica se considera factible, en base al bajo riesgo,

bajo o ningún costo adicional asociado y en base a los beneficios que con su práctica serán obtenidos para satisfacer la segunda necesidad detectada, falta de un plan de explotación minera.

Por otra parte, la implantación un plan de entrenamiento y contratación, así como también la aplicación de las auditorías, está directamente relacionado a la gestión de los líderes de la empresa y su compromiso con el sistema de gestión de la calidad, razón por la cual su factibilidad está asociada a que los líderes asuman como roles:

- Transmitir la misión, visión y filosofía de gestión de la empresa.
- Promover la participación y trabajo en equipo.
- Controlar proactivamente la ejecución y cumplimientos de los planes, proyectos y programa de gestión.
- Modelar los valores de la filosofía de gestión: Respeto, participación, compromiso, honestidad, humanismo, excelencia y competitividad.
- Mantener contacto proactivo con los trabajadores y miembros críticos del entorno.
- Velar por el cumplimiento ético y justo de leyes, contratos, normas y procedimientos.
- Guiar, enseñar y formar los cuadros de relevo.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI. 1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con la finalidad de diseñar una propuesta de mejora continua para los procesos de producción de arena sílice en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L. buscando incrementar el desempeño de sus procesos, a través del uso de herramientas y técnicas de mejora, que conlleve a aumentar rendimientos, alcanzando la calidad adecuada del producto, que permita alcanzar la satisfacción total de clientes externos e internos.

Durante el desarrollo de la investigación fue posible cumplir con los objetivos planteados al inicio de la misma utilizando como soporte las herramientas de la calidad, tales como: Flujogramas, Mapas de Proceso, Diagramas de Causa – Efecto, Diagramas de Pareto, matriz FODA y AMEF. Con los resultados obtenidos de la aplicación de cada una de las herramientas se fueron reuniendo los elementos necesarios para diseñar el plan de mejora. En dicho plan fueron identificadas 3 necesidades primordiales que la organización debe satisfacer para conseguir mejorar sus procesos, para conseguirlo fueron señalados 6 focos de mejora en la cual la organización debe trabajar para lograr satisfacer dichas necesidades. Estos 6 focos corresponden a:

1. Gestión de Mantenimiento, que incluya practicas de empresa de clase mundial.
2. Utilización de hojas de verificación
3. Implementación de Diagramas de control
4. Reformulación de las rutinas de control de calidad
5. Implantar la cultura organizacional, integración entre el personal de la mina y la planta.

6. Realización de Auditorías

La tratativa del primer foco está orientada en base a los resultados obtenidos en la aplicación del AMEF, el cual señala como necesidad básica la creación de un plan de mantenimiento preventivo. Se considera factible, la implantación del mismo junto con las mejores prácticas de mantenimiento en empresas de clase mundial como herramientas para atestiguar la primera necesidad detectada: Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.

En relación a los focos 2, 3 y 4, los mismos llevan a satisfacer la segunda necesidad: Falta de un plan de explotación minera, estas herramientas ayudaran a orientar las actividades actuales para lograr alcanzar una mayor productividad, por lo cual se considera factible la práctica de estos tres focos.

Por último el foco 5, este foco esta dirigido a los lideres y gerentes de la unidad de la empresa bajo estudio ya que su comprometimiento con la mejora continua y el sistema de gestión de la calidad permitirá que sea factible su práctica para satisfacer la tercera necesidad: Falta de un plan de entrenamiento y contratación del personal. Cabe destacar que esta necesidad a su vez fue identificada durante la realización del AMEF.

Un sexto foco fue identificado, realización de auditorías, que al igual que el foco anterior depende de los esfuerzos y compromiso de la alta dirección, este foco es uno de los más importantes ya que sirve de apoyo a los 5 focos anteriores.

VI. 2 Recomendaciones

En función de los resultados y conclusiones obtenidas se sugiere tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- Formar equipos de trabajo, multidisciplinarios para la creación de un programa piloto de mejora de los procesos de producción de arena en el Departamento de Minas de Guardian de Venezuela S.R.L, tomando como punto de partida los resultados aquí obtenidos.

- Con los cambios que vayan realizándose, actualizar el AMEF, y determinar el grado de mejora, en base al RPN calculado.
- Comunicar la necesidad e implementar mecanismos de control para evitar la ocurrencia de fallas que afecta la calidad del producto.
- Establecer formatos escritos, que sean adaptados al registro de logro del objetivo que persigue cada inspección, y vigilar su cumplimiento.
- Medir el indicador de calidad propuesto, establecer valores aceptables del mismo y mantener el seguimiento a fin de aplicar acciones preventivas de ser necesarias, para mantener dicho indicador bajo control.
- Concientizar al personal del nivel operativo, sobre el grado de afectación de sus actividades en la calidad del producto final y de la importancia del cumplimiento de las inspecciones.
- Establecer un programa de auditorias de proceso orientado a la mejora continua del mismo.
- Promover una cultura orientada al control de los procesos en busca de la mejora continua de los mismos. Para ello, se sugiere que los lideres y alta gerencia practiquen los siguientes roles:
 - Transmitir la misión, visión y filosofía de gestión de la empresa.
 - Promover la participación y trabajo en equipo.
 - Controlar proactivamente la ejecución y cumplimientos de los planes, proyectos y programa de gestión.
 - Modelar los valores de la filosofía de gestión: Respeto, participación, compromiso, honestidad, humanismo, excelencia y competitividad.
 - Mantener contacto proactivo con los trabajadores y miembros críticos del entorno.
 - Velar por el cumplimiento ético y justo de leyes, contratos, normas y procedimientos.
 - Guiar, enseñar y formar los cuadros de relevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias. F. (2006) "El Proyecto de Investigación" 5ta Edición. Editorial Epistema. Venezuela.

Arvanitoyannis, I & Varzakas. (2007) T. International Journal of Food Science and Technology 2007, 42, 1156-1176

Arvanitoyannis, I & Varzakas, T. (2007) International Journal of Food Science and Technology 2007, 42, 1424-1442

Arvanitoyannis, I. & Savalides, S. (2007) International Journal of Food Science and Technology 2007, 42, 1265-1289.

Arvanitoyannis, I & Varzakas, T. (2008) Critical reviews in Food Science and Nutrition, 48:411-429 (2008)

Balestrini, M. (2002). **Cómo se elabora el proyecto de investigación**. Sexta Edición. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial. Caracas, Venezuela.

Cantu, Humberto. (2006) "Desarrollo de una cultura de calidad" tercera edición. Mc Graw Hill. México.

Fondonorma. (2005). Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamento y Vocabulario. FONDONORMA-ISO 9000:2006 (3ª rev.). Caracas.
Fondonorma

Fondonorma. (2000). Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos. COVENIN-ISO 9001:2000 (2ª rev.). Caracas. Fondonorma.

FUNDIBEQ. Boletín Electrónico “Aprender de los Mejores” Mayo 2006 n° 3, disponible en: www.fundibeq.org , consultada en Julio 2011.

Guardian de Venezuela, S.A, Vidrio Flotado, producción interna, s/n, s/f.

Gutiérrez, Humberto. (2005) “Calidad Total y Productividad” segunda edición. Mc Graw Hill. México.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1998). **Metodología de la Investigación**, Segunda Edición. McGraw – Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V., México

Hurtado de B., J. (1998). **Metodología de la Investigación Holística**. Caracas. Fundación Sypal. Venezuela.

León M. (2003) “Kaizen y su aplicación en instituciones de salud. Su aplicación en materia de mejoramiento continuo en los niveles de calidad, productividad y costos”, publicado en Junio del año 2003. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/kaisalud.htm> consultada en Junio 2011.

Ley del Sistema Venezolano para la Calidad. Gaceta Oficial N 37.555 del 23 de Octubre de 2002.

NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf. Consultado en Julio 2011

Orta, Estalin. (2006). *Análisis de condiciones potenciales de fallas que afecten la calidad en el proceso de colada de cilindros de aluminio*. Trabajo de Grado de Especialista. Universidad Católica Andrés Bello, Guayana.

Ortiz, D, Rodríguez M. (2006) Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 19, N. 1, 73-78 (Octubre 2006), ISSN: 0257-1749.

UPEL. (2005). Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la UPEL

Varzakas, T. & Arvanitoyannis, I. (2007) Critical reviews in Food Science and Nutrition, 47:363-387 (2007)

ANEXO

Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) para los procesos de producción de arena sílice del Departamento de Minas de Guardián de Venezuela S.R.L

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)					Fecha: Agosto 2009						
Proceso:	Extracción y Refinación de Arena Sílice			Producto:	Arena Sílice 30/140		Página	1de6			
Ubicación:	Mina-El Silencio del Morichal				Legenda:						
Area:	Departamento de Minas. Guardián de Venezuela S.A				■	600 o mas	Riesgo Mayor				
					■	350 a 499	Riesgo Moderado				
					■	250 a 349	Riesgo Menor				
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo Potencial de Falla (Cómo se manifiesta la falla)	Efecto Potencial de Falla (Qué ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallas(Descripción concisa)	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N R	P	Acciones recomendadas
Extraer pulpa de arena de la laguna de acuerdo con la producción establecida(70 Ton-H) y enviarla a la fase I.	1	No se pueda extraer material	No opera fase I	8	Falla en la draga(Ver causas AMFE Draga componentes críticos: cortador, bomba hidráulica, arena, motor)	6	-Chequeo diario de fluidos. -Cambio Filtros Motor Diesel semanal. -Cambio H2O radiador mensual	7	336		-Implementar Mto. Preventivo propuesto -Establecer stock máximo fase I (2500 Tn- 1 semana) y mínimo(500 Tn-3 turnos).
					Falla en suministro de combustible(gas-oil) para la draga	2	-Ordenes de Compra a tiempo Revisión periódica nivel tanque	3	48	Mejorar la medición nivel del tanque(sistema visual)	
					Falla cinta transportadora Fase I	6	Lubricación chumaceras sin frecuencia establecida	8	384	-Sustituir conveyor. -Implementar Mto. Preventivo propuesto	
					Condiciones área de explotación(arcilla, dureza, piedra)	2	-Comunicación por radio. -Inspección material salida criba de rechazo.	2	32	-Revisión periódica condición de los radios. -Carga de las baterías.	
					Condiciones Climáticas	6	Ninguno	5	240		
	2	No se envía material a fase I	Baja el stock de fase I	8	Falla en la draga(Ver causas AMFE Draga componentes críticos: cortador, bomba hidráulica, arena, motor)	6	-Chequeo diario de fluidos. -Cambio Filtros Motor Diesel semanal. -Cambio H2O radiador mensual	7	336		-Implementar Mto. Preventivo propuesto. -Establecer stock máximo fase I (2500 Tn- 1 semana) y mínimo(500 Tn-3 turnos).
					Rotura u obstrucción tubería de Transporte de pulpa de arena	4	-Monitoreo presión de bombeo(Draga). -Inspección visual(control del paño). -Cantidad de material que cae en criba de rechazo(Fase I). -Limpieza tubería a través bombeo H2O.	3	96	-Poner en funcionamiento el tablero de control para ver Caudal del flujo(actualmente dañado). -Revisión periódica tubería de transporte. -Revisión periódica de la tensión y estado de las correas bomba draga.	
					Inspección inadecuada	4	-Entrenamiento al personal. -Supervisión.	3	96	-Divulgación de procedimientos ISO 9000. -Implementar matriz de entrenamiento(LME-001). -Implementar diagramas de control, hojas de verificación, reformular rutinas	
					Mala comunicación entre operadores draga y fase I	4	Comunicación por radio	3	96	-Carga diaria batería. -Revisión periódica de los radios.	
					Manejo inadecuado del equipo	2	-Entrenamiento al personal. -Evaluación de Personal.	3	48	-Establecer back-ups-Operadores draga.	
					3	Que la draga no se pueda desplazar a causa puntales y winches averiados	Baja el stock fase I	8	Ver AMFE Draga(Subsistemas puntales y winches)	4	Ninguno
	Ver AMFE Draga(Subsistemas puntales y winches)	4	Ninguno	10					320		Implementar Mantenimiento Preventivo propuesto.
	4	Rotura/Obstrucción de tubería de transporte de pulpa de arena antes de la bomba de pulpa de la draga	Vibración y ruido en la draga	8	Dificultad para visualizar las condiciones de la tubería de la bomba de pulpa	6	Ninguno	10	480		Sustitución planificada tubería flexible 1 vez al año. Compra de repuesto planificada.
					Falta de mantenimiento a la tubería	6	Ninguno	10	480		Implementar Mantenimiento Preventivo.
	5	Rotura/Obstrucción de tubería de transporte de pulpa de arena después de la bomba de pulpa de la draga	Falla en el envío de pulpa de arena	8	Falta de reemplazo de la tubería	6	Ninguno	10	480		Rutinas de inspección
					Presencia de agentes contaminantes en laguna(palos,hierros,etc.)	6	Ninguno	10	480		Control ambiental.
			Disminución de stock fase I	6	Inspección visual durante el turno	5	240	-Sustituir conveyor. -Implementar Mto. Preventivo propuesto.			

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)					Fecha: Agosto 2009						
Proceso:		Extracción y Refinación de Arena Sílice		Producto:	Arena Sílice 30/140		Página	2de6			
Ubicación:					Mina-El Silencio del Morichal						
Area:					Departamento de Minas, Guardian de Venezuela S.A						
					Legenda:  600 o mas Riesgo Mayor  350 a 499 Riesgo Moderado  250 a 349 Riesgo Menor						
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo de Falla (Causa del Fallo)	Efecto de Fallo (Que ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallas	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N P R	Acciones recomendadas	
Fase I- Preclasificación del Material proveniente de la draga rechazando el material de tamaño superior a 3/8", reducción a 0.7% de arcilla y depositar en el patio de almacenamiento	1	Rotura malla criba de rechazo 3/8"	Pérdida de calidad y contaminación con otras partículas	8	Desgaste de malla de la criba	6	-Chequeo visual condiciones malla x turno. -Determinación porcentaje de arcilla	5	240	-Revisión periódica condiciones criba. -Implementar rutina de inspección(producción-mtto.) inicio turno	
			Incremento desgaste equipos		Falta plan de mantenimiento	6	Ninguno	10	480	Implementar Mantenimiento Preventivo	
	2	Falla de una bomba de pulpa	Baja la producción a la mitad		5	Desgaste bocinas, sellos, ejes, etc.	6	Ninguno	10	300	-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Adquirir los repuestos.
					5	Fugas Tuberías de impulsión	2	Ninguno	10	100	-Instalación Bomba Sur. -Implementar Mantenimiento Preventivo
					4	Acumulación tanque de pulpa, se tranca la bomba	4	Uso generadores	3	60	Diseñar e implementar mtto. Preventivo.
					10	Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	50	Diseñar e implementar mtto. Preventivo.
	3	Falla de una batería de hidrociclones	Baja la producción a la mitad		5	Desgaste de componentes	2	Ninguno	10	100	-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Adquirir herramientas adecuadas.
					5	Fugas Tuberías	2	Ninguno	10	100	-Implementar Mantenimiento Preventivo.
	4	Falla de una de las cribas escurridoras(desague)	Salida de material muy húmedo		5	Malla rota	6	-Análisis Granulométrico. -Determinación de Arcilla.	3	90	-Instalación criba sur.
					5	Falla vibrador	2	-Chequeo visual x turno.	6	60	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					6	Nivel inadecuado material en la criba >20 cms	6	Inspección visual espesor paño arena(subjetiva)	3	90	Colocar nivel para medir altura del material
					10	Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	50	Diseñar e implementar mtto. Preventivo.
	5	Falla de la cinta transportadora	Parada de fase I		9	Rotura de las grapas (Flexcos)	6	Inspección visual semanal	7	378	-Sustituir conveyor. -Eliminar uso de grapas, utilizar método de vulcanizado. -Implementar Mtto. Preventivo propuesto.
					9	Falla sistema moto-reductor(ver AMEF cinta fase I)	2	Lubricación sin frecuencia establecida	8	144	Implementar Mtto. Preventivo propuesto.
					6	Falla de los rodillos(transportadores, motrices, retorno y cola)	6	Ninguno	10	340	-Sustituir conveyor. -Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					6	Desgaste de los rascadores	6	Inspección visual semanal	6	360	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
	6	Falla bomba de servicio fase I	Recalentamiento, rotura de eje, bocinas, empaaduras de la bomba de pulpa		7	Desgaste bocinas, ejes y rodamientos	2	Inspección visual funcionamiento bomba x turno	5	70	-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Establecer stock adecuado de repuestos.
					7	Rotura manguera de impulsión	2	Ninguno	10	140	Implementar Mantenimiento Preventivo
					4	Falla suministro H2O	4	Mantener nivel H2O en el tanque ppal.	1	28	Implementar Mantenimiento Preventivo
					10	Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	70	Diseñar e implementar mtto. Preventivo.
7	Falla en el tablero de control	Parada de fase I		5	Fusible dañado	2	Ninguno	10	100		
				5	Caída de agua	6	Protección bajo techo	1	30	Mejorar resguardo	
				10	Falta de mantenimiento	10	Ninguno	10	300	Implementar Mantenimiento Preventivo	

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)				Fecha: Agosto 2009							
Proceso:		Extracción y Refinación de Arena Sílice		Producto:		Arena Sílice 30/140					
Ubicación:		Mina-El Silencio del Morichal		Página:		3de6					
Area:		Departamento de Minas, Guardian de Venezuela S.A		Legenda:							
				600 o mas		Riesgo Mayor					
				350 a 499		Riesgo Moderado					
				250 a 349		Riesgo Menor					
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo de Falla (Causa del Fallo)	Efecto de Fallo (Que ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallos	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N	P	Acciones recomendadas
Fase I- Escuirr Material	1	Que salga material muy húmedo	Pérdida de material y daño en la cinta transportadora Mantener en stock mayor tiempo el material para permitir su escurrido	6	Mal funcionamiento de los muelles de la criba	2	Inspección visual material salida cribas escurridoras	3	36		Colocar manómetros presión(under y over flow) hidrociclones
					Falla válvula control under flow hidrociclones	4	Ninguno	10	240	Establecer consignas de presión	
					Falla criba escurridora(desague)	2	Monitoreo material salida cribas(color). Análisi Granulométrico -Determinación de Arcilla	3	36	Implementar Mantenimiento Preventivo	
					Pérdida de potencia de los vibradores	2	Ninguno	10	120	Implementar Mantenimiento Preventivo	
	2	Falla de los motores de una de las cribas escurridoras	Baja la producción a la mitad	5	Falla rodamientos	2	Ninguno	1	10		Implementar Mantenimiento Preventivo
					Térmico disparado	6	Ninguno	1	30		
					Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	50	Diseñar e implementar mnto. Preventivo.	
	3	Taponamiento de tolva debajo de criba escurridora	Parada de fase I	10	Falta de limpieza, acumulación de material	2	Limpieza periódica con H2O bandeja debajo cribas escurridoras	1	20		
					Malla rota	2	Inspección visual durante el turno	5	100		
	4	Falla en el tablero de control	Parada de fase I	5	Fusible dañado	2	Ninguno	10	100		
					Caída de agua	6	Protección bajo techo	1	30	Mejorar resguardo	
					Falta de mantenimiento	10	Ninguno	10	300	Implementar Mantenimiento Preventivo	
Homogeneización- Selección del Material	1	Falla en inventario material para mezclar	Parada alimentación fase II	8	No hay granito para mezclar	2	Ninguno	10	160		
					Material contaminado	4	Análisis del material a	1	32		
					No hay inventario en fase I	6	Mantener 2500 Ton. en fase I	1	48		
	2	Falla del payloader	No hay transporte de material	10	Ver Trouble shouting-Manual Payloader	4	-Revisión diaria de los fluidos. -Lubricación diaria pala, H, cruceta, etc.	5	200		
		Condiciones Climáticas Extremas	6	Ninguno	5	240					
Homegeinización- Muestreo o Caracterización para determinar las especificaciones	1	Falla en la toma de la muestra	Error en los resultados	8	Falta de entrenamiento	6	Entrenamiento interno	1	48		
					Falta de tiempo	8	Tomar muestra por turno de la pila formada-Entre 4:00 P.M.-08:00 A.M. y enviar a laboratorio.	5	360	Asignar una persona por turno al laboratorio.	
Homogeneización- Mezclado de Pilas	1	Falla del payloader	No hay transporte de material	10	Ver Trouble shouting-Manual Payloader	4	-Revisión diaria de los fluidos. -Lubricación diaria pala, H, cruceta, etc.	5	200	-Implementar diagramas de control, hojas de verificación, reformular rutinas	
					Condiciones Climáticas Extremas	6	Ninguno	5	300		
	2	Mala caracterización del material	Material fuera de especificaciones	9	Falla en la toma de la muestra	6	Entrenamiento interno	1	54	-Implementar diagramas de control, hojas de verificación, reformular rutinas	
					Falta de tiempo	8	Tomar muestra por turno de la pila formada-Entre 4:00 P.M.-08:00 A.M. y enviar a laboratorio.	5	360	Asignar una persona por turno al laboratorio.	
Homogeneización- Prueba de Calidad	1	Falla en la toma de la muestra	Error en los resultados	8	Falta de entrenamiento	6	Entrenamiento interno	1	48	Implementar plan de entrenamiento y contratación	
					Falta de tiempo	8	Tomar muestra por turno de la pila formada-Entre 4:00 P.M.-08:00 A.M. y enviar a laboratorio.	5	360	Asignar una persona por turno al laboratorio.	

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)					Fecha: Agosto 2009					
Proceso:		Extracción y Refinación de Arena Sílice		Producto:	Arena Sílice 30/140		Página	4de6		
Ubicación:		Mina-El Silencio del Morichal			Legenda:					
Area:		Departamento de Minas. Guardian de Venezuela S.A			600 o mas		Riesgo Mayor			
					350 a 499		Riesgo Moderado			
					250 a 349		Riesgo Menor			
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo de Falla (Causa del Fallo)	Efecto de Fallo (Que ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallas	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N P R	Acciones recomendadas
Alimentación de fase II	1	Falla en la alimentación	Parada fase II	10	Falla del payloader	4	-Revisión diaria de los fluidos. -Lubricación diaria pala, H, cruceta, etc.	5	200	Diseñar e implementar mto. Preventivo.
					Utilización de material no apto	2	-Identificación de las pilas de material apto. -Determinación del porcentaje de arcilla y granulometría antes entrar tolva alimentación fase II y criba de arena.	2	40	Demarcación área de almacenamiento-sistema visual
					Falla de los vibradores de la tolva	2	Chequeo visual por turno	6	120	Implementar Mantenimiento Preventivo
					Falla cinta transportadora alimentación	4	-Chequeo visual x turno.	5	200	Implementar Mantenimiento Preventivo
					Condiciones climáticas:payloader no puede transitar cuando hay mucha	6	Ninguno	10	600	
Fase II-Lavado del Material y rechazo de partículas superiores a 3/8"	1	Lavado insuficiente	Contenido de arcilla por encima de las especificaciones	8	Falla suministro de H2O(Tanque Principal)	10	Señal luminosa nivel de tanque H2O. Señal para parar bomba.	5	400	Evaluar condiciones/Reparar el tanque de H2O
					Falla bomba H2O principal fase II	2	Ninguno	10	160	-Determinar /Evaluar condiciones del pozo, o la adquisición bomba alimentación mayor capacidad.
					Falla cinta transportadora alimentación	2	-Chequeo visual x turno.	6	96	Implementar Mantenimiento Preventivo
					Falla bomba Titter	6	Inspección visual al recibir el turno	6	360	Implementar Mantenimiento Preventivo
Fase II-Separación de granito(Tanque clasificador grande)	1	Material con granulometría fuera de especificaciones	Rechazo de material	8	Falla en set point	6	Monitoreo set point	6	360	Calibración y verificación
					Falla válvula de granito(Clarkson)	8	Inspección tactil tamaño del grano	5	320	Implementar Mantenimiento Preventivo válvula Clarkson, Colocar en funcionamiento los caudalímetros.
					Falla suministro de H2O(Tanque Principal)	10	Señal luminosa nivel de tanque H2O. Señal para parar bomba	5	400	Evaluar condiciones/Reparar el tanque de H2O
					Falla bomba Titter	6	Inspección visual al recibir el turno	6	360	Implementar Mantenimiento Preventivo
Fase II-Separación de finos(Tanque clasificador pequeño)	1	Material con granulometría fuera de especificaciones	Rechazo de material	8	Falla en set point	6	Monitoreo set point	6	360	Calibración y verificación
					Falla válvula de granito(Clarkson)	8	Inspección tactil tamaño del grano	5	320	-Implementar uso malla 8 y 16. -Implementar Mantenimiento Preventivo válvula Clarkson. - Colocar en funcionamiento los caudalímetros.
					Falla suministro de H2O(Tanque Principal)	10	Señal luminosa nivel de tanque H2O. Señal para parar bomba	5	400	Evaluar condiciones/Reparar el tanque de H2O
					Falla bomba Titter	6	Inspección visual al recibir el turno	6	360	Implementar Mantenimiento Preventivo
Fase II-Extracción de agua por densidad (Hidrociclón)	1	Que salga material muy húmedo	Mantener en stock mayor tiempo el material para permitir su escurrido	8	Falla válvula control del under flow de hidrociclón	4	-Monitoreo de presiones de entrada y salida del hidrociclón. -Chequeo fugas tuberías de	1	32	-Implementar diagramas de control, hojas de verificación, reformular rutinas
					Desgaste boca de pato del hidrociclón	2	-Inspección visual sin frecuencia establecida	5	80	Implementar Mantenimiento Preventivo
Fase II-Escurrir Material	1	Que el material salga muy húmedo	Material con alto porcentaje de humedad	7	Mal funcionamiento de los muelles de la criba	4	Ninguno	10	360	-Establecer rutinas de inspección
					Falla de la criba escurridora	4	Inspección visual semanal	5	140	-Establecer rutinas de inspección -Implementar Mantenimiento Preventivo -Implementar diagramas de control, hojas de verificación
	2	Falla motores de la criba	Parada fase II	10	Falla de rodamientos Falla suministro de energía eléctrica	4 10	Lubricación semanal Uso generadores	1 1	40 100	-Diseñar e implementar mto. Preventivo.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)					Fecha: Agosto 2009						
Proceso:		Extracción y Refinación de Arena Sílice		Producto:		Arena Sílice 30/140		Página		5de6	
Ubicación:		Mina-El Silencio del Morichal					Legenda:				
Area:		Departamento de Minas, Guardian de Venezuela S.A					600 o mas		Riesgo Mayor		
							350 a 499		Riesgo Moderado		
							250 a 349		Riesgo Menor		
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo de Falla (Causa del Fallo)	Efecto de Fallo (Que ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallas	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N	P	Acciones recomendadas
Fase II-Escurrir Material	3	Taponamiento del tanque de la criba escurridora	Parada fase II	10	Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	100		-Diseñar e implementar mto. Preventivo.
					Tanque sin H2O	10	Ninguno	1	100		Mejorar sistema de flotación del tanque
Fase II-Transporte al patio de almacenamiento	1	Falla cinta transportadora	Parada fase II	10	Rotura de las grapas (Flexcos)	6	Inspección visual semanal	7	420		-Sustituir conveyor.
					Falla sistema moto-reductor(ver AMEF cinta fase I)	2	Lubricación chumaceras(cada 2-3 días)	8	160		Implementar Mto. Preventivo propuesto
					Falla de los rodillos(transportadores, motrices, retorno y cola) incluye chumaceras y rodamientos	6	Ninguno	10	600		-Sustituir conveyor.
					Desgaste de los rascadores	6	Inspección visual semanal	6	360		Implementar Mto. Preventivo propuesto
					Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	100		-Diseñar e implementar mto. Preventivo.
Alimentación de fase III	1	Falla en la alimentación	Parada fase III	10	Falla del payloader	4	-Revisión diaria de los fluidos. -Lubricación diaria pala, H, cruceta, etc.	5	200		Diseñar e implementar mto. Preventivo.
					Falla de los vibradores de la tola	2	Ninguno	6	120		Implementar Mantenimiento Preventivo
					Falla cinta transportadora alimentación	4	Verificar condición y estado de los flexcos	5	0		Implementar Mantenimiento Preventivo
					Material muy húmedo	4	Mantener material tiempo adecuado en stock fase II	1	0		-Evaluar condiciones pozo tanque H2O.
					Condiciones climáticas:payloader no puede transitar cuando hay mucha lluvia	6	Ninguno	10	600		
Fase III-Secado	1	Que el material salga muy húmedo	Taponamiento de las cribas	10	Poco tiempo de escurrido en fase II	4	Mantener stock de 2400 ton en fase II	1	40		
					Temperatura de secado no adecuada	4	-Verificación de la temperatura a la salida del horno(80-100°C). -Inspección visual densidad humo saliendo chimenea horno.	1	40		Establecer rutina de inspección y dejar registro
					Contaminación en el silo	4	Chequeo y limpieza de la malla de la criba	1	40		Establecer rutina de limpieza
	2	Falla en el horno	Parada fase III	10	Falla criba del silo	4	Ninguno	10	400		Implementar rutinas de inspección de las condiciones de la criba con frecuencia establecida, dejar registros.
					Falla quemador	6	Verificación de las condiciones de la llama al inicio del turno	5	300		-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Colocar el extractor de polvillo(Eliminar gases y polvillo aumenta rendimiento y evita la contaminación)
					Falla eléctrica	2	Chequeo tableros eléctricos	6	120		
					Falla suministro de combustible	2	Chequeo nivel de tanque de combustible(Almacenista)	1	20		Mejorar la medición nivel del tanque(sistema visual)
					Falla mecánica(bomba hidroción, reductor, rodillo, motor, etc.)	4	Verificación de los niveles de aceite de la bomba entrando al turno	10	400		Implementar Mantenimiento Preventivo

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)					Fecha: Agosto 2009					
Proceso:	Extracción y Refinación de Arena Sílice		Producto:	Arena Sílice 30/140		Página	6de6			
Ubicación:	Mina-El Silencio del Morichal				Legenda:					
Area:	Departamento de Minas, Guardian de Venezuela S.A				600 o mas	Riesgo Mayor				
					350 a 499	Riesgo Moderado				
					250 a 349	Riesgo Menor				
Etapa del proceso, función, requerimiento (Inputs)	#	Modo de Falla (Causa del Fallo)	Efecto de Fallo (Que ocurre cuando falla)	Severidad	Causa Potencial/Mecanismos de Fallas	Ocurrencia	Control de proceso(Método Actual para evitar la falla)	Detección	N P R	Acciones recomendadas
Fase III-Transporte al silo de almacenamiento	1	Falla cinta transportadora	Parada Homo	10	Rotura de las grapas (Flexcos)	6	Inspección visual semanal	7	420	-Sustituir conveyor. -Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla sistema moto-reductor(ver AMEF cinta fase I)	2	Lubricación sin frecuencia establecida	8	160	Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla de los rodillos(transportadores, motrices, retorno y cola)	6	Ninguno	10	600	-Sustituir conveyor. -Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Desgaste de los rascadores	6	Inspección visual semanal	6	360	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	100	-Diseñar e implementar mtto. Preventivo
Fase IV-Clasificación	1	Que no haya alimentación de material al silo	Disminución stock	8	Falla en el horno(quemador)	6	Verificación de las condiciones de la llama al inicio del turno	5	240	-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Colocar el extractor de polvillo(Eliminar gases y polvillo aumenta rendimiento y evita la contaminación)
					Falla cinta transportadora	8	Verificación funcionamiento de la cinta transportadora en cada turno x mantenimiento.	1	64	Implementar Mantenimiento Preventivo
					Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	80	-Diseñar e implementar mtto. Preventivo.
	2	Que el material entre húmedo al silo	Taponamiento de las mallas de la criba	10	Material con tiempo inadecuado de escurrido en fase II	4	Mantener material escurriéndose 2 días en fase II	1	40	Colocar conveyor giratorio en funcionamiento. Material colocado en forma de cono se escurre mejor.
	2	Que el material entre húmedo al silo	Taponamiento de las mallas de la criba	10	Falla en el horno(quemador)	6	Verificación de las condiciones de la llama al inicio del turno	5	300	-Implementar Mantenimiento Preventivo. -Colocar el extractor de polvillo(Eliminar gases y polvillo aumenta rendimiento y evita la contaminación)
					Material húmedo	4	Verificación del color de la arena(si está oscuro no es apto)	1	40	Establecer rutina de inspección y dejar registros.
					Material fuera de especificaciones	6	Verificación cantidad de material retenido en la malla de la criba	1	60	Establecer rutina de inspección y dejar registros.
	3	Rotura malla del tamiz-criba	Parada fase III	10	Peso del material	8	Revisión sin frecuencia establecida condiciones criba	5	400	Implementar Mantenimiento Preventivo
Fase IV- Almacenamiento	1	Contaminación del silo	Material no apto para ser cargado	10	Rotura de la malla	8	Monitoreo sin frecuencia establecida condiciones malla	5	400	Establecer rutina de inspección y dejar registros
			Demora en la carga	Taponamiento de las mallas	4	Monitoreo sin frecuencia establecida condiciones	5	200	Establecer rutina de inspección y dejar registros	
Carga y Despacho de Gandolas	1	Falla cinta transportadora	Se para la carga de la gandola	10	Rotura de las grapas (Flexcos)	6	Inspección visual semanal	7	420	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla sistema moto-reductor(ver AMEF cinta fase I)	2	Lubricación sin frecuencia establecida	8	160	Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla de los rodillos(transportadores, motrices, retorno y cola) incluye chumaceras y rodamientos	6	Ninguno	10	600	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Desgaste de los rascadores	6	Inspección visual semanal	6	360	-Implementar Mtto. Preventivo propuesto
					Falla suministro de energía eléctrica	10	Uso generadores	1	100	-Diseñar e implementar mtto. Preventivo
	2	Falla de transporte en gandas	Baja nivel de stock de planta	9	Frecuencia de carga	2	Número de gandas a despachar por día	1	18	
					Requerimiento número mayor de gandas	4	Conocer el consumo de arena de la fábrica. Fechas restricciones de tránsito.	1	36	
	3	Falla en pesaje de las gandas	Falla liberación de gandas	8	Problemas con el sistema de pesaje	4	-Programa de calibración de las balanzas cada 6 meses y certificación SENCAMER. -Pesaje de las gandas en planta.	1	32	
					Fallas en la facturación	6	Nota de entrega manual	1	48	Mantenimiento programado del sistema y computadoras
	4	Carga y despacho de producto fuera de especificaciones	Reclamo del cliente	10	Contaminación en el silo	8	Análisis granulome tría 30-40% gandas a despachar	1	64	