

**DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
UNIDAD REGIONAL DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM**

Econ. CARLOS ÁLVAREZ

Trabajo de Grado presentado ante la Dirección de Investigación y Postgrado del Vicerrectorado Puerto Ordaz como parte de los requisitos para optar al Título Académico de Magíster Scientiarum en Ingeniería Industrial.

TUTOR: Ing. Mayra D'Armas Ph.D

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2014

Álvarez, Carlos

DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM

95 Páginas

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado
Puerto Ordaz, Dirección de Postgrado Investigación y Postgrado, Maestría en
Ingeniería Industrial

Tutor: Ing. Mayra D’Armas Ph.D

Bibliografía Pág. 91

1) Proyecto. 2) Mejora. 3) Productividad. 4) Siete Pasos. 5) Soluciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
UNIDAD REGIONAL DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM**

Econ. CARLOS ÁLVAREZ

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2014



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
UNIDAD REGIONAL DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE EVALUACIÓN

En mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el Economista **Carlos Álvarez**, portador de la cédula de identidad número: **6.443.548**, para optar al grado académico de: **Magíster Scientiarum** en la especialidad de: **Ingeniería Industrial**. Titulado: **DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM**, considero que dicho trabajo reúne los requerimientos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte del jurado examinador.

En la ciudad de Puerto Ordaz a los 16 días del mes de octubre de dos mil catorce.

Ing. Mayra D'Armas Ph.D.
C.I 6.959.910



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
UNIDAD REGIONAL DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Estudios de Postgrado de la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por el Economista: **Carlos Álvarez**, portador de la cédula de identidad número: **6.443.548**, Titulado: **DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM**, el cual es presentado para optar al grado académico de **Magíster Scientiarium en Ingeniería Industrial**, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO**

En la ciudad de Puerto Ordaz a los 07 días del mes de noviembre de dos mil catorce.

Ing.Scandra Mora M.Sc
C.I. 12.186.538

Ing. Mayra D` Armas Ph. D.
C.I. 6.459.910

Ing. Jorge Cristancho M.Sc
C.I 3.007.904

DEDICATORIA

A mis padres, Esposa e Hijos.

Esperando que contribuya a la construcción de un mundo mejor, donde impere el amor, la paz y la justicia.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por su amor infinito y por darme la oportunidad de evolucionar en este plano.

A mi **familia** por su apoyo y paciencia durante mis estudios.

A mi tutora **Mayra D´Armas** por su desinteresado apoyo, dedicación y colaboración en el desarrollo del trabajo.

A los **compañeros** de estudio que compartieron sus años de esfuerzo.

A la **UNEXPO** por brindar la oportunidad para mi superación.

A **CVG BAUXILUM**, base de mi formación profesional.

Álvarez, Carlos. (2014). **DESARROLLO DE UN PROYECTO DE MEJORA CONTINUA E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA CVG BAUXILUM** Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Dirección de Investigación y Postgrado, Unidad Regional de Postgrado, Maestría en Ingeniería Industrial. Tutor: Ing. Mayra D’Armas Ph.D.

RESUMEN

El presente Trabajo de Grado tuvo por propósito el desarrollo de un proyecto de mejora continua e incremento de la productividad para la empresa CVG BAUXILUM C.A. En este estudio, se desarrollaron los siete pasos para la mejora continua. La unidad de análisis fue el conjunto de procesos operativos y administrativos de CVG BAUXILUM y se aplicaron instrumentos de trabajo en equipo a 20 trabajadores, las técnicas de recolección de datos de mayor importancia fueron: tormenta de ideas, técnica de grupo nominal, matriz de selección y diagramas causa efecto. Se identificaron y seleccionaron 6 problemas de calidad y productividad dentro de CVG BAUXILUM, mediante la utilización de técnicas como la tormenta de ideas, en donde destacaron como oportunidades de mejoras las siguientes: incrementar la oportunidad en la entrega de los informes de gestión, mejorar la documentación de los procesos, incrementar los estudios de ingeniería en planta, optimizar la planificación y extracción, mejorar las gestiones de transporte, descarga y almacenamiento y mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina. Se elaboraron los planes de acciones a fin de potenciar la mejora de la productividad de la Operadora de Alúmina de CVG BAUXILUM y mejorar el cumplimiento de las metas en Lado Rojo y Blanco, situación que afecta directamente a la misma. Se recomienda generar estrategias para el personal de CVG BAUXILUM orientadas a minimizar la resistencia al cambio que presentará la implantación del proyecto.

Palabras Claves: 1) Proyecto. 2) Mejora. 3) Productividad. 4) Siete Pasos 5) Soluciones.

INTRODUCCIÓN

El mundo de los negocios es cada vez más competido, debido principalmente a la creciente globalización que ha generado un único mercado mundial, donde se pone a prueba diariamente, la competitividad o capacidad de las organizaciones para mantenerse y sobrevivir, generando una permanente actitud de adaptación y cambio por parte de las empresas, que aspiran el éxito en sus segmentos industriales o de negocios.

En este sentido, la productividad de las organizaciones se convierte en la diferencia fundamental que identifica a una organización exitosa, ya que es la base para generar menores costos a través de la eficiencia en la utilización de los recursos necesarios para la producción, y en esta búsqueda de la productividad, confluyen en forma dinámica y muchas veces contradictoria la gestión de los administradores y los intereses de proveedores, clientes, trabajadores y los accionistas.

El presente trabajo aborda el tema de la productividad, a través de una investigación aplicada en el ámbito de una empresa industrial, CVG BAUXILUM, perteneciente al estado venezolano que desarrolla sus operaciones en la Región Guayana, concretamente en el Estado Bolívar. Esta empresa es tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) desde su fundación en 1977.

Las operaciones las realiza en dos procesos, el primero perteneciente a la industria de la minería, mediante la extracción de la Bauxita en una Mina a cielo abierto, en la población de Los Pijiguaos en el Estado Bolívar, dicho mineral es la materia prima básica para la elaboración de la Alúmina Metalúrgica, y un segundo proceso para convertir la Bauxita en Alúmina Metalúrgica que se realiza en la planta de refinación del mineral en la zona industrial Matanzas, en la Ciudad de Puerto Ordaz.

ÍNDICE

CAPÍTULO	Página
ACTA DE EVALUACIÓN.....	v
ACTA DE APROBACIÓN.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
1 EL PROBLEMA.....	5
1. OBJETIVOS DEL TRABAJO	8
1.1 Objetivo General.....	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
2 MARCO TEÓRICO.....	10
1 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	10
2 BASES TEÓRICAS.....	11
2.1 EVOLUCIÓN DEL MEJORAMIENTO CONTINUO.....	11
2.2 PROYECTOS DE MEJORA.....	16
2.3 METODOLOGÍA DE LOS SIETE PASOS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO.....	18
2.4 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO.....	27
3 DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
1. TIPO DE ESTUDIO.....	31
2. MUESTRA.....	33
3. INSTRUMENTOS.....	34
4. PROCEDIMIENTO.....	38
4 SITUACIÓN ACTUAL.....	40
4.1 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ALÚMINA CVG BAUXILUM.....	40
4.2 CAUSAS RAÍCES MÁS RELEVANTES DE LOS PROBLEMAS SELECCIONADOS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE ALÚMINA CVG BAUXILUM.....	54

5	LA PROPUESTA.....	58
	5.1 ESTABLECIMIENTO DE LAS METAS A ALCANZAR.....	58
	5.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN (ACCIONES DE MEJORAS).....	62
	5.3 PLAN PARA IMPLANTAR LAS ACCIONES DE MEJORAS DE PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ALÚMINA CVG BAUXILUM.....	65
	CONCLUSIONES.....	86
	RECOMENDACIONES.....	88
	BIBLIOGRAFÍA.....	91
	ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Diagrama de Deming.....	12
2	Ciclo de vida de un proyecto.....	18
3	Ciclo de Mejoramiento Continuo.....	20
4	Mapa de Procesos General de CVG BAUXILUM	40
5	Diagrama de Pareto de las Oportunidades de Mejora.....	45
6	Proceso Bayer.....	48
7	Incumplimiento Área 32.....	49
8	Incumplimiento Área 31.....	50
9	Incumplimiento Área 33.....	50
10	Incumplimiento Área 35.....	51
11	Incumplimiento Área 41.....	51
12	Incumplimiento Área 42.....	52
13	Incumplimiento Área 55.....	52
14	Incumplimiento Área 58.....	53
15	Diagrama causa efecto de las causas raíz relacionadas al Incumplimiento de las metas de Lado Rojo.....	55
16	Diagrama causa efecto de las causas raíces relacionadas al Incumplimiento de las metas de Lado Blanco.....	56
17	Percepción de los trabajadores en cuanto a la importancia de las causas raíces en la oportunidad de mejora.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas		Página
1	Porcentaje de Cumplimiento de la planificación de los procesos....	41
2	Escala de valoración según su importancia.....	43
3	Técnica del Grupo Nominal.....	44
4	Criterios seleccionados para la matriz.....	46
5	Escala de gradación para la preselección de la Oportunidad de Mejora.....	46
6	Matriz de selección de la oportunidad de mejora.....	47
7	Chequeo del problema.....	47
8	Datos para el cálculo del Potencial de Mejoras.....	58
9	Datos para el cálculo del Potencial de Mejoras.....	60
10	Soluciones para Lado Rojo.....	62
11	Soluciones para Lado Blanco.....	64
12	Cronograma de Ejecución de Soluciones- Lado Rojo.....	66
13	Cronograma de Ejecución de Soluciones- Lado Blanco.....	67
14	Plan de Acción: Lado Rojo.....	69
15	Plan de Acción Lado Blanco.....	79

En la empresa CVG BAUXILUM, se ha venido registrando una progresiva disminución de los niveles de producción y productividad desde el año 2005. En el período 2011-2012, la producción disminuyó de 1.222.311 a 808.044 toneladas métricas, lo que representa una reducción de la producción de 33,8 %. Esto ha generado una caída de los ingresos, agravada por la desplome internacional de los precios de la alúmina, lo que aunado al incremento de los costos de los factores productivos, ha generado una caída de la rentabilidad financiera y la incapacidad para sostener las operaciones.

A pesar de que se realizan esfuerzos y se tiene un plan de recuperación de la producción, no se dispone de un proyecto integral de mejora de la productividad, para contribuir con la estrategia de la administración en el proceso de revertir la situación señalada .y mejorar la sustentabilidad de CVG BAUXILUM a corto y mediano plazo.

En este contexto, se presenta esta investigación para desarrollar un proyecto de mejora de la productividad, haciendo uso de la metodología de los siete pasos para el mejoramiento continuo. Este proyecto de mejora, presenta los cambios necesarios en los procesos organizativos, orientados al mejoramiento de los mismos, bajo un enfoque sistémico, multidisciplinario y con las bases metodológicas para diagnosticar, planificar e implantar mejoras en la calidad y la productividad mediante el uso de métodos y técnicas específicos para cada subproceso productivo modular de CVG BAUXILUM. El diseño de un Proyecto de Mejora Continua para el incremento de la productividad de CVG BAUXILUM y su posterior implantación permitirá a esta empresa, aprovechar dicha herramienta gerencial, con el objetivo de mejorar el desempeño de la organización en el corto y mediano plazo.

Para la realización del presente trabajo se revisó la bibliografía sobre la filosofía de la gerencia de la calidad y la mejora continua, y la teoría de los proyectos de mejora de la calidad y de la productividad.

La investigación se enmarcó en el campo de la investigación descriptiva y explicativa para generar un proyecto que está en el campo de la investigación aplicada, donde se analizó información contenida en documentos internos elaborados en la empresa CVG BAUXILUM y se estudian los procesos inherentes al proceso productivo y administrativo realizados por la mencionada empresa.

El trabajo propuesto se realizó tomando como base la metodología para el diseño de proyectos de mejora, denominada metodología de los siete (7) pasos, técnica de general utilización en el mundo empresarial, basada en la filosofía de la mejora continua y la gerencia de la calidad, con la que se procedió a la identificación, clasificación y selección de problemas que afectan la productividad y posteriormente se realizó el análisis de las causas que la originan para finalmente establecer metas de desempeño para las variables involucradas y proponer las soluciones y mejoras requeridas para aumentar la productividad. El método incluye el control para documentar sus resultados y efectos sobre la empresa. En este trabajo se limitó el alcance hasta la elaboración de la propuesta del proyecto de mejoras.

Se utilizó un conjunto de herramientas propias de esta metodología, como la tormenta de ideas, técnicas de decisión grupal, diagrama de caracterización de la unidad, diagrama causa efecto y espinas de pescado, así como técnicas estadísticas para identificar, cuantificar y seleccionar variables e impactos, como histogramas de frecuencia, entre otros.

La investigación se realizó conforme a lo dispuesto en cinco (5) capítulos, en el siguiente orden: Capítulo I: El Problema, consta del planteamiento del problema con el objetivo general y específico, justificación y alcance del estudio. Capítulo II: Marco Teórico, que fundamentó el soporte conceptual para el desarrollo de la investigación, donde se abarcaron las teorías de calidad total, haciendo énfasis en la filosofía de mejora continua y en el tema de la productividad, incluyendo las preguntas principales que responderá la investigación y presentando la información detallada de la empresa CVG BAUXILUM. Capítulo III: Marco Metodológico, donde se explica el tipo y diseño de la investigación, población y muestra, así como el procedimiento seguido para lograr los objetivos, tanto general como específicos planteados en la investigación. Capítulo IV: Se identificaron los principales problemas de calidad y productividad de CVG BAUXILUM y las causas raíces más importantes de los problemas identificados. Capítulo V: La propuesta, se presenta el plan de acciones para lograr las mejoras y el aumento de la productividad en la empresa CVG BAUXILUM.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En la década de los ochenta y con mayor fuerza a partir de los años noventa, las organizaciones comenzaron a percibir de forma consciente el cambio, considerando como cambio planeado y dirigido, un proceso importante y necesario para mejorar el desempeño organizacional. No obstante, el cambio dirigido sigue centrando la atención de directivos, consultores y otros especialistas que están conscientes de la necesidad de planificar las acciones futuras como requisito indispensable para aspirar al éxito.

Una de las debilidades de muchas empresas es la poca atención que brindan al mejoramiento continuo, aspecto que no debe ser descuidado en el presente, especialmente ante la realidad de un escenario en donde triunfan las organizaciones que se han identificado con la mejora de procesos, ya que tienen ventajas al focalizar esfuerzos y recursos en las áreas que ofrecen mejor desempeño.

La aplicación del mejoramiento continuo es una herramienta para la solución de dificultades o el aprovechamiento de oportunidades. En las organizaciones, orientadas a mejorar sus capacidades competitivas, la mejora continua debería ser un objetivo permanente dentro de su gestión.

El mejoramiento continuo está directamente relacionado y fundamentado con las acciones de mejoramiento, un concepto muy importante en cualquier organización en la cual se aplique, y es la interpretación de todo lo que se refiere al mejoramiento de calidad y productividad. En este sentido, Gómez (1992) expresa lo siguiente, sobre las acciones de mejoramiento:

Son aquellas que no afectan sustancialmente la tecnología dura sino que permite aprovechar mejor la capacidad existente latente o potencial, a través de modificaciones organizativas y en la racionalidad de los sistemas y procedimientos; tales como mejora de métodos, cambios en las normas, redistribución espacial e incluso cambios menores en equipos, productos y materiales (p. 18).

Dentro del mejoramiento continuo, se encuentra inmerso el incremento de la productividad, donde puede ser definida como la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

En el Estado Bolívar opera la empresa CVG BAUXILUM, organización que está conformada por las Operadoras de Bauxita y Alúmina, respectivamente. La Operadora de Bauxita se encarga de la explotación de los yacimientos del mineral en la zona de Los Pijiguaos, correspondiente al municipio Cedeño del Estado Bolívar y la operadora de Alúmina ubicada en Matanzas, municipio Caroní del Estado Bolívar, cuyo objetivo es transformar la bauxita procedente de Los Pijiguaos, por medio del Proceso Bayer, en alúmina de grado metalúrgico.

En CVG BAUXILUM se ha venido registrando una progresiva disminución de los niveles de productividad desde el año 2005. En el período 2011-2012 la producción disminuyó de 1.222.311 a 808.044 toneladas métricas, lo que representa una caída de la producción de 33,8 %. En el año 2012, la planta de alúmina de Puerto Ordaz, presentó una situación de inestabilidad operativa, lo que no permitió alcanzar su meta de producción, generándose así una disminución con relación al presupuesto establecido en 258.998 toneladas

métricas de alúmina metalúrgica, tal disminución representa un 24,3% con respecto a la meta anual establecida de 1.067.042 toneladas métricas, lo cual se traduce en una pérdida de ingresos debido a menores ventas y a menores precios de la alúmina por caída de los precios en el mercado internacional. Aunado a esto se ha presentado un incremento de los costos, de los factores productivos, los cuales han venido presentando una tendencia a incrementarse. Esto ha contribuido a una disminución de la utilidad neta del ejercicio económico y a generar déficit de caja de las operaciones que dificultan la normal operatividad de la organización

En resumen, el efecto de la disminución de la producción, con una estructura de costos operativos inelástica, ocasiona una disminución de la productividad general y de los factores productivos, que afectan la capacidad competitiva y la rentabilidad financiera de la empresa, afectando la sustentabilidad de CVG BAUXILUM en la actualidad, debido a la incapacidad para cubrir costos y gastos operativos, con recursos propios.

Para afrontar la situación, la empresa dispone de un plan estratégico y un plan de recuperación de la producción, sin embargo no tiene un proyecto de mejora integral que incorpore todos los factores que afectan la productividad. En este sentido, se plantea la necesidad de desarrollar un proyecto de mejora de la productividad, alineado con el plan estratégico de la empresa, y desarrollado con la metodología de los siete pasos para el mejoramiento continuo. Este proyecto de mejora, presenta los cambios necesarios en los procesos operativos, orientados al mejoramiento de los mismos, bajo un enfoque sistémico y con las bases metodológicas para diagnosticar, planificar e implantar mejoras en la calidad y la productividad, mediante el uso de métodos y técnicas específicos para cada subproceso productivo medular de CVG BAUXILUM, así como para posteriormente evaluarlos, mediante el empleo de sistemas de control basados en la medición.

El diseño de un Proyecto de Mejora Continua para el incremento de la productividad de CVG BAUXILUM y su posterior implantación permitirá, aprovechar dicha herramienta, con el objetivo de mejorar el desempeño de la organización en el corto y mediano plazo. Así mismo, los principales efectos que tendrá el plan de mejora de la productividad serán:

- Facilitará a la empresa la implantación de la mejora continua y la productividad, técnicas que contribuyan a la competitividad.
- Permitirá disponer de un conjunto de indicadores confiables y oportunos para medir el desempeño de la productividad de manera integral.
- Será un proyecto que contribuirá a la mejora continua y la productividad bajo una perspectiva integral.

Para esto se seleccionó el proceso de producción de alúmina metalúrgica, por ser el proceso productivo medular más importante, donde se genera el producto final y en el cual se presentan las variaciones de la producción con relación a la capacidad de diseño de la planta de alúmina metalúrgica. En el desarrollo del plan de productividad, se identificaron las potenciales mejoras del proceso productivo abarcando, aquellos subprocesos productivos de la planta de alúmina que tiene mayor impacto sobre la producción y que son afectados por la utilización de materia prima (bauxita), insumos, repuestos, personal, y servicios contratados para la operación, además de aquellos procesos administrativos de apoyo a las operaciones.

1 OBJETIVOS DEL TRABAJO

Con el desarrollo del presente estudio se lograron los siguientes objetivos.

1.1 Objetivo General

Formular un Proyecto de Mejora Continua e incremento de la productividad para la empresa CVG BAUXILUM.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar los principales problemas de calidad y productividad de la planta de alúmina CVG BAUXILUM.
- Determinar las causas raíces más relevantes de los problemas seleccionados de calidad y productividad de la planta de alúmina CVG BAUXILUM.
- Establecer las metas a alcanzar para cada variable relacionadas con las causas raíces más relevantes de los problemas de calidad y productividad de la planta de alúmina CVG BAUXILUM.
- Seleccionar las alternativas de solución (acciones de mejoras) que influirán significativamente en la eliminación de las causas raíces de los problemas de calidad y productividad de la planta de alúmina CVG BAUXILUM.
- Diseñar el plan para implantar las acciones de mejoras de productividad en la planta de alúmina CVG BAUXILUM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las secciones referidas a la revisión literaria, bases teóricas y preguntas de investigación que permitieron desarrollar el proyecto.

1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Velásquez (2006), desarrolló un Proyecto de Mejora para Aumentar la Productividad del Sistema Férreo de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. con la finalidad de buscar reducir los costos que implican las diversas demoras que regularmente se presentan en la entrega de los vagones vacíos y cargados a cada punto del sistema férreo, el estudio antes mencionado consistió en la evaluación de la construcción de un sistema férreo de vía principal de línea paralela y luego simular el sistema férreo de línea paralelas para determinar su productividad.

Pomares (2007), desarrolló un Proyecto de Mejora para Incrementar el Porcentaje de Arranques Exitosos de la Unidades Generadoras de la Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda (anterior empresa CVG Edelca y actual Corpoelec), aplicando la metodología de los siete (07) pasos para el mejoramiento continuo, con la finalidad de reducir los tiempos de arranque de las unidades generadoras. Este trabajo permitió al autor, integrar bajo un enfoque de investigación aplicada conocimientos fundamentados en la filosofía de la calidad y mejora continua, así como herramientas e información teórica, técnica y operativa del proyecto de mejora en las organizaciones y su aplicación en los procesos.

Alarcón (2009), diseñó un Plan de Acción para el Mejoramiento de la Productividad en el Proceso de Producción de Alúmina Electrofundida de C.E. Minerales de Venezuela S.A, en este trabajo el autor, evaluó la productividad de la empresa y con base a esto elaboró un plan de acción para mejorar la producción y el proceso productivo empresa. Este trabajo presenta información teórica de la filosofía de la calidad y con la base técnica y operativa de la empresa, desarrolla un plan para incrementar el rendimiento operativo.

Estos trabajos tienen similitud con la presente investigación, ya que plantean el desarrollo de proyectos de mejora para incrementar la productividad de un proceso, especialmente en el caso de Pomares, debido a que se aplicó la misma metodología utilizada en dicha investigación.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Evolución del Mejoramiento Continuo

El Mejoramiento Continuo, como se ha mencionado anteriormente, se puede explicar diciendo que es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. Cantú (2006), resume los fundamentos del pensamiento de Deming, “en que la calidad es la base de una economía sana, ya que las mejoras a la calidad desatan una reacción en cadena que al final genera crecimiento en el nivel de empleo” (p. 30).

Haciendo énfasis en que las organizaciones para lograr una mejor posición competitiva deben contar con un sistema de conocimientos profundos.

Deming, es uno de los grandes exponentes de los enfoques de calidad, reconocido internacionalmente, por su aportación a la transformación de la industria japonesa, revolucionando su sistema de administración y elevando considerablemente sus niveles de calidad y productividad (ver Figura 1).

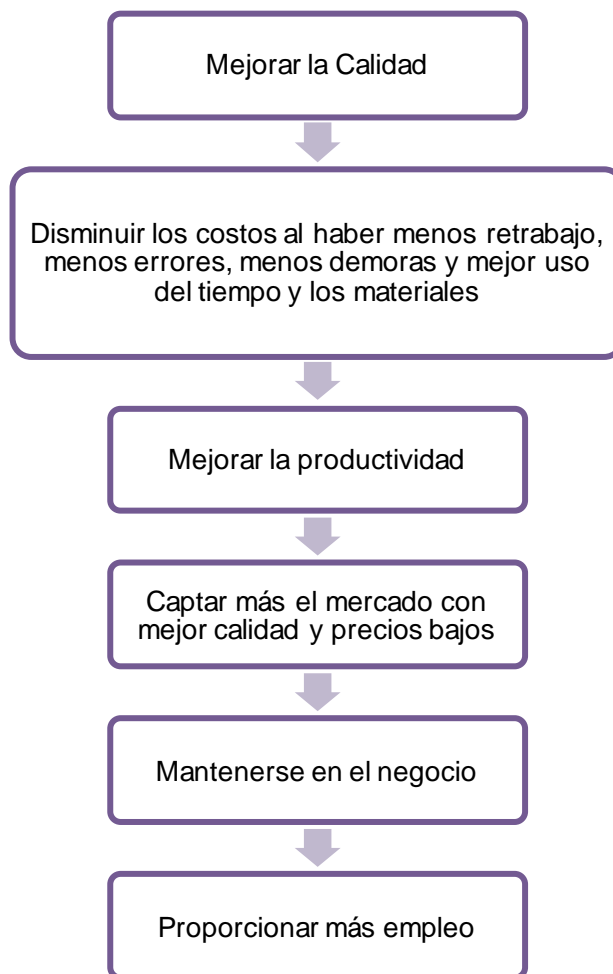


Figura 1. Deming. **Fuente:** Cantú (2006)

Diagrama de

Discípulo de Shewart, quien desarrolló las técnicas del control estadístico de procesos y las gráficas de control. Deming utilizó y difundió ampliamente el Círculo de Shewart: planear, hacer, verificar y actuar, que finalmente ahora se le conoce como Círculo de Deming y es uno de los aspectos medulares de su filosofía de calidad. Promovió fuertemente el uso del control estadístico de los

procesos para el logro de calidad y el cambio planeado y sistemático a través del Círculo de Deming.

El concepto de base de control del proceso, es el control de la variabilidad. Tanto Shewart como Deming, reconocen dos tipos de causas de variabilidad en el proceso, cuya confusión al identificarlas y tratar de controlarlas causa frustración y provoca también mayor variabilidad. Estas causas son las causas comunes y las causas especiales. Las causas comunes de variabilidad, son las causas ocasionadas por el sistema mismo. Las causas especiales son eventos circunstanciales y efímeros ajenos al sistema mismo.

Joseph M. Jurán, es uno de los pioneros en la promoción de los enfoques de calidad, ha hecho aportaciones muy importantes a nivel internacional que lo han llevado a recibir condecoraciones en 12 países.

Sus aportaciones en la modernización y revolución de la industria Japonesa estriban en haber logrado transmitir a los gerentes de nivel alto y medio, que el control de calidad no es un instrumento que debe aplicarse sólo en la planta, sino que es un instrumento para la gerencia completa. Destacó ante ellos que el control estadístico impulsado únicamente por los ingenieros tiene un límite y con sus seminarios abrió las puertas para el establecimiento del control total de calidad tal como se conoce hoy.

Juran, enfatiza la responsabilidad de la administración para mejorar el cumplimiento de las necesidades de los clientes. Siendo una de sus aportaciones claves, la trilogía de la calidad, que es un esquema de administración funcional cruzada, que se compone de tres (03) procesos administrativos: planear, controlar y mejorar (Gutiérrez, 2005).

Según Cantú (2006), la visión de Kaouro Ishikawa, se apoya en el control y el aseguramiento de la calidad por lo que podría considerarse tradicionalista y

básica. Establece que el control total de la calidad es una nueva filosofía de administración, donde la alta administración debe liderar los esfuerzos de mejora, y ser complementado con el papel fundamental de las gerencias medias. El control de la calidad total se logra cuando la alta gerencia se compromete con el proceso y todo el personal se responsabiliza del autocontrol.

Otro maestro de la calidad es Philip B. Crosby, quien hizo muy famosa su afirmación de que Calidad es hacer las cosas bien desde la primera vez, y que se ha criticado por una interpretación rígida del concepto. Dando a entender, que cuando algo debe ser corregido se añaden costos extra tanto para el productor como para el cliente.

Los pasos para implementar un programa de mejora de calidad en la organización y que permitirán la aplicación de los cuatro principios fundamentales son:

- Establecer el compromiso de la dirección con calidad. Si la administración no se compromete, cualquier esfuerzo no tendrá la suficiente fuerza para tener éxito.
- Formar el equipo para la mejora de calidad (EMC). Es importante que exista una estructura dentro de la compañía, dedicada a coordinar y supervisar los esfuerzos de la compañía en materia de mejora de calidad.
- Capacitar al personal en los conceptos de calidad. Todo el personal debe estar bien entrenado en el manejo de las herramientas para la aplicación de este enfoque y crear un lenguaje común en la organización.
- Establecer mediciones de calidad. Con el objetivo de prevenir y controlar el proceso, asegurando así el nivel de calidad requerido.
- Evaluar los costos de calidad. Sobre todo medir los costos causados por el incumplimiento, las correcciones, los desperdicios.

- Crear conciencia sobre la calidad. Es muy importante hacer una labor de difusión y de convencimiento de todo el personal hacia la nueva filosofía.
- Tomar acciones correctivas. Implementar permanentemente las medidas necesarias para asegurar el cumplimiento de los niveles de calidad requeridos.
- Planificar el día cero defectos. Este evento marca el compromiso de toda la organización con la nueva filosofía y con la incorporación a las prácticas de trabajo de los cuatro principios fundamentales.
- Festejar el día cero defectos. Es importante involucrar a toda la compañía en la celebración y reconocimiento por los logros alcanzados en cada uno de los departamentos en función de las metas y los compromisos adquiridos.
- Establecer metas. Toda la organización debe estar encaminada al logro de metas que permitan monitorear los avances y determinar si se va en la dirección correcta.
- Eliminar las causas del error. La manera de llegar al logro de cero defectos, no es eliminando los errores, sino eliminando las causas de los errores.
- Brindar reconocimiento. Los logros alcanzados en los diferentes departamentos deben ser estimulados y promovidos a través de mecanismos permanentes de reconocimiento. Se quiere reforzar las prácticas exitosas de la nueva cultura de calidad.
- Formar equipos de calidad. Tener una estructura para la mejora de calidad a todo lo largo y ancho de la organización, a través de equipos de trabajo enfocados a la implementación de mejoras en toda la organización.
- Repetir todo el proceso. El último paso del proceso, es volver a empezar. La calidad no debe ser un programa en la organización, sino una forma de vida.

La alta gerencia es la responsable de la efectividad de todo el sistema de calidad, y todos los departamentos intervienen en el mismo, en función al grado de participación que tengan en el proceso.

Todos estos autores o precursores de la calidad citados anteriormente, realizaron valiosas aportaciones en relación al mejoramiento continuo de la calidad, el cual surge como una necesidad para mantener y/o mejorar un sistema de calidad implantado en cualquier organización, y está estrechamente relacionado con el liderazgo que se ejerza en la misma.

2.2 Proyectos de Mejora

Según Chase y otros, (2009), “Un proyecto se puede definir como una serie de tareas relacionadas que por lo general están dirigidas a la consecución de un resultado importante y que requieren un periodo significativo de tiempo para realizarse”.

Esta definición hace referencia a dos características esenciales en cualquier proyecto para que se considere como tal y estas son: que genere un producto o servicio único. Se puede ver el concepto de único en la medida en que en cada proyecto tendrá un dueño diferente, un diseño distinto, una localización diferente, diferentes contratistas también, por citar algunas diferencias que pueden ocurrir de un proyecto a otro. El objetivo de varios proyectos puede que sea el de producir el mismo tipo de producto, pero las condiciones siempre son diferentes. En los proyectos la temporalidad significa que siempre tienen un inicio y un fin, no necesariamente que duren poco tiempo.

Y de acuerdo con Cantú (2006), un proyecto:

Es una actividad de trabajo en equipo para el mejoramiento de la calidad que se realiza mediante el desarrollo de proyectos enfocados al mejoramiento de las operaciones de manufactura, la calidad de los insumos, y a influir en el desarrollo y promoción de una cultura de calidad (P. 446).

Este autor hace referencia a los proyectos de mejora para incrementar la productividad o efectividad en la operaciones, la calidad de la materia prima, como en la cultura organizacional en materia de calidad de una empresa, donde estos son un medio o herramienta que permite ir resolviendo los problemas que obstaculizan la consecución de los objetivo de una organización.

2.2.1 Ciclo de vida de un proyecto

Al establecer que un proyecto es temporal se da por entendido que tiene un principio y un fin determinado. Esto supone una serie de procesos intermedios o fases que llevan de un estado a otro. A estos procesos o fases junto con la etapa de inicio y fin (o cierre) se le considera el ciclo de vida del proyecto. Este ciclo de vida está compuesto por los siguientes procesos, donde cada una de ellos consta de una entrada, conjunto de tareas y una salida o resultado. De esta forma la división de los proyectos en procesos o fases sucesivas es un primer paso para la reducción de su complejidad, consiguiendo que la relación de las partes entre sí sean lo más simple posible.

La estructura de la ejecución de cada una de las fases viene determinado por el tipo de proyecto, metodología y por las limitaciones de tiempo, recursos y costos. En la figura que se muestra a continuación, observarán los procesos o fases de un ciclo de vida de un proyecto. (Ver Figura 2).

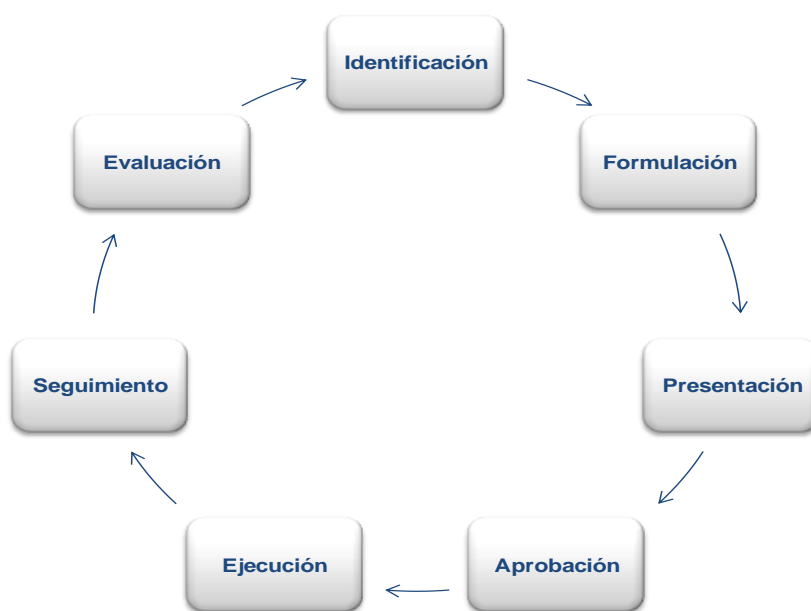


Figura 2. Ciclo de vida de un Proyecto. **Fuente:** Delgado (2010)

En el inicio se establece la visión del proyecto, el qué; la misión por cumplir y sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos. En la etapa de planeación se desarrolla un plan que ayude a prever el cómo se cumplirán los objetivos, tomando en cuenta una serie de factores que afectan todo proyecto. Aquí se establecen las estrategias, con énfasis en la prevención en vez de la improvisación.

En la etapa de ejecución se implementa el plan, se hacen las contrataciones, se administran los contratos, se integra el equipo de trabajo, se distribuye la información y se ejecuta el proyecto conforme lo establecido. En la etapa de control se compara lo ejecutado o real contra lo que se planeo (control), de no identificar desviaciones, se continua con la ejecución. Si se encuentran desviaciones, en equipo se acuerda la acción correctiva (planeación adicional), y luego se continúa con la ejecución, manteniendo informado al equipo.

En la etapa de cierre se concluye y se cierran las relaciones contractuales profesionalmente para facilitar referencias posteriores al proyecto así como para el desarrollo de futuros proyectos. Por último, se elaboran los documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, evaluaciones y lecciones aprendidas, entre otros. Al eliminar los procesos de inicio y cierre se encuentra una operación de rutina, en lugar de un proyecto. El ciclo repetido de mejora continua expuesto por Deming y otros expertos en la materia: planear, hacer, verificar y actuar, es similar a los procesos expuestos como se muestra a continuación: Planear / planeación, Hacer / ejecución, Verificar / control y Actuar / planeación adicional, y ejecución.

2.3 Metodología de los siete pasos para el Mejoramiento Continuo

Esta metodología tiene su origen en asesorías y talleres realizados por FIM-PRODUCTIVIDAD en diversas empresas, con el fin de apoyarlas en la implantación de procesos de mejoramiento de la calidad y productividad. FIM-PRODUCTIVIDAD, es el Fondo para la investigación y mejoramiento de la productividad, es una Asociación Civil, sin fines de lucro, fundada en Venezuela en 1981. FIM-PRODUCTIVIDAD, diseñó esta metodología para el análisis de la competitividad en los sectores industriales y para la implementación de procesos de mejora integral.

Gómez (1992), plantea que esta metodología, se adapta bien para resolver problemas de calidad y productividad, y es aplicable a los problemas medianamente complejos que se presentan a nivel departamental y de gerencia media para facilitar la estrategia en cascada del desarrollo de un proceso de mejoramiento, y por ser lo suficientemente sencilla como para lograr en corto tiempo su uso en todos los estratos de la empresa. A continuación se presenta la secuencia o pasos a desarrollar en la búsqueda y obtención de la mejora de calidad y productividad, (Figura 3).



Figura 3. Ciclo de Mejoramiento Continuo. **Fuente:** Gómez (1992)

Seguidamente, se explica cada uno de los pasos que comprende la metodología de los siete pasos para el mejoramiento continuo.

2.3.1 Selección de los problemas (oportunidades de mejora)

Este paso tiene como objetivo la identificación y selección de los problemas de calidad y productividad del departamento o unidad bajo análisis. A diferencia de otras metodologías que comienzan por una sesión de tormenta de ideas sobre problemas en general, mezclando niveles de problemas (síntomas con causas), en ésta se busca desde el principio mayor coherencia y rigurosidad en la definición y escogencia de los problemas de calidad y productividad. Este primer paso consiste en las siguientes actividades:

- Aclarar los conceptos de calidad y productividad en el grupo.
- Elaborar el diagrama de caracterización de la Unidad, en términos generales: clientes, productos y servicios, atributos de los mismos,

principales procesos e insumos utilizados.

- Definir en qué consiste un problema de calidad y productividad como desviación de una norma: deber ser, estado deseado, requerido o exigido.
- Listar en el grupo los problemas de calidad y productividad en la unidad de análisis (aplicar tormenta de ideas).
- Preseleccionar las oportunidades de mejora, priorizando gruesamente, aplicando técnica de grupo nominal o multivotación.
- Seleccionar de la lista anterior las oportunidades de mejora a abordar a través de la aplicación de una matriz de criterios múltiples, de acuerdo con la opinión del grupo o su superior.

Las tres primeras actividades, permiten concentrar la atención del grupo en problemas de calidad y productividad, y obtener mayor coherencia del grupo al momento de la tormenta de ideas para listar los problemas. Las técnicas a utilizar son, diagrama de caracterización del sistema, tormenta de ideas, técnicas de grupo nominal, matriz de selección de problemas.

2.3.2 Cuantificación y subdivisión del problema u oportunidad de mejora seleccionada

El objetivo de este paso, es la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en subproblemas o causas síntomas. Para profundizar el análisis del problema antes de entrar en las causas raíces, es necesario realizar las siguientes actividades:

- Establecer el o los tipos de indicadores que darán cuenta o reflejen el problema y, a través de ellos, verificar si la definición del problema guarda o no coherencia con los mismos, en caso negativo debe redefinirse el problema o los indicadores.
- Estratificar y/o subdividir el problema en sus causas-síntomas.

- Cuantificar el impacto de cada subdivisión y darle prioridad utilizando la matriz de selección de causas y el gráfico de Pareto, para seleccionar el (los) estrato(s) o subproblema(s) a analizar.

Las técnicas a utilizar son, los indicadores, muestreo, hoja de recolección de datos, gráficas de corrida, gráfico de Pareto, matriz de selección de causas, histogramas de frecuencia, diagrama de procesos.

2.3.3 Análisis de causas raíces específicas

El objetivo de este paso es: identificar y verificar las causas raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo. Por supuesto, la especificación de las causas raíces dependerá de lo bien que haya sido realizado el paso anterior. En este paso se impone la necesidad de hacer medible el impacto o influencia de la causa a través de indicadores que den cuenta de la misma, de manera de ir extrayendo la causa más significativa y poder analizar cuánto del problema será superado al erradicar la misma.

Para cada subdivisión del problema seleccionado, listar las causas de su ocurrencia aplicando la tormenta de ideas.

- Agrupar las causas listadas según su afinidad (dibujar diagrama causa-efecto). Si el problema ha sido suficientemente subdividido puede utilizarse la subagrupación en base de las 4M o 6M (material, machine, man, method, moral, management), ya que estas últimas serán lo suficientemente específicas.
- En caso contrario se pueden subagrupar según las etapas u operaciones del proceso al cual se refieren (en tal caso conviene construir el diagrama de proceso), definiéndose de esta manera una nueva subdivisión del subproblema bajo análisis.

- Cuantificar las causas (o nueva subdivisión) para verificar su impacto y relación con el problema y jerarquizar y seleccionar las causas raíces más relevantes. En esta actividad pueden ser utilizados los diagramas de dispersión, gráficos de Pareto, matriz de selección de causas.
- Repetir b y c hasta que se considere suficientemente analizado el problema.

Las técnicas a utilizar, son tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de dispersión, diagrama de Pareto, matriz de selección de causas.

2.3.4 Establecimiento del nivel de desempeño exigido (metas de mejoramiento)

El objetivo de este paso, es establecer el nivel de desempeño exigido al sistema o unidad y las metas a alcanzar sucesivamente. Cuando se este fijando una meta se esta estableciendo el nivel de exigencia al proceso o sistema en cuestión, respecto a la variable analizada, en función o bien de las expectativas del cliente, cuando se trata de problemas de calidad o del nivel de desperdicio que es posible aceptar dentro del estado del arte tecnológico, lo cual se traduce en un costo competitivo.

En ambas vertientes la meta fija indirectamente el error no en que se opera; es decir, el no importa cuánto, la idea es mejorar, o que la meta consiste sólo en poner bajo control el proceso. La solución que se debe dar al problema tiene que estar condicionada por el nivel de desempeño en calidad y productividad que le es exigido al sistema. El ritmo del mejoramiento lo fijan, por un lado, las exigencias del entorno, y por el otro, la capacidad de respuesta, privando la primera. El enfrentamiento de las causas, el diseño de soluciones y su implantación debe seguir un ritmo que la meta exige.

En tal sentido, el establecimiento del nivel de desempeño exigido al sistema (meta) condicionará las soluciones y el ritmo de su implantación. Las actividades a seguir en este paso son:

- Establecer los niveles de desempeño exigidos al sistema a partir de, según el caso, las expectativas del cliente, los requerimientos de orden superior (valores, políticas, objetivos de la empresa) fijados por la alta gerencia y la situación de los competidores.
- Graduar el logro del nivel de desempeño exigido bajo el supuesto de eliminar las causas raíces identificadas, esta actividad tendrá mayor precisión en la medida que los dos pasos anteriores hayan tenido mayor rigurosidad en el análisis.

Algunos autores llaman a esta actividad «visualización del comportamiento, si las cosas ocurriesen sin contratiempos y deficiencias», es decir, la visualización de la situación deseada.

2.3.5 Diseño de soluciones

El objetivo de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas raíces. En una organización donde no ha habido un proceso de mejoramiento sistemático y donde las acciones de mantenimiento y control dejan mucho que desear, las soluciones tienden a ser obvias y a referirse al desarrollo de acciones de este tipo, sin embargo, en procesos más avanzados las soluciones no son tan obvias y requieren, según el nivel de complejidad, un enfoque creativo en su diseño. Cuando la identificación de causas ha sido bien desarrollada, las soluciones hasta para los problemas inicialmente complejos aparecen como obvias. Las actividades a seguir:

- Para cada causa raíz seleccionada deben listarse las posibles soluciones excluyentes (tormenta de ideas). En caso de surgir muchas alternativas

excluyentes antes de realizar comparaciones más rigurosas sobre la base de factibilidad, impacto, costo, etc., lo cual implica cierto nivel de estudio y diseño básico, la lista puede ser jerarquizada (para descartar algunas alternativas) a través de una técnica de consenso y votación como la Técnica de Grupo Nominal (TGN).

- Analizar, comparar y seleccionar las soluciones alternativas resultantes de la TGN, para ello conviene utilizar múltiples criterios como los señalados arriba: factibilidad, costo, impacto, responsabilidad, facilidad, etc.
- Programar la implantación de la solución definiendo con detalle las 5W-H del plan, es decir, el qué, por qué, cuándo, dónde, quién y cómo, elaborando el cronograma respectivo.

Las técnicas a utilizar básicamente, son la tormenta de ideas, técnica de grupo nominal, matriz de selección de soluciones, 5W-H, diagramas de Gantt o Pert.

2.3.6 Implantación de soluciones

Este paso tiene dos etapas: el primero es probar la efectividad de la(s) solución(es) y hacer los ajustes necesarios para llegar a una definitiva. Y el segundo, asegurarse que las soluciones sean asimiladas e implementadas adecuadamente por la organización en el trabajo diario. Las actividades que comprende este paso, son las siguientes:

- Las actividades a realizar en esta etapa estarán determinadas por el programa de acciones, sin embargo, además de la implantación en sí misma, es clave durante este paso el seguimiento, por parte del equipo, de la ejecución y de los reajustes que se vaya determinando necesarios sobre la marcha.
- Verificar los valores que alcanzan los indicadores de desempeño

seleccionados para evaluar el impacto, utilizando gráficas de corrida, histogramas y gráficas de Pareto.

A este nivel, el proceso de mejoramiento ya implementado comienza a recibir los beneficios de la retroalimentación de la información, la cual va a generar ajustes y replanteamientos de las primeras etapas del proceso de mejoramiento.

2.3.7 Establecimiento de acciones de garantía

El objetivo de este paso es: asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es este un paso fundamental dentro del proceso al cual hay que prestarle la debida atención. De él dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso. Comprende las siguientes actividades:

- En este paso deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y distribución de los reportes de desempeño. Es necesario diseñar acciones de garantía contra el retroceso, en los resultados, las cuales serán útiles para llevar adelante las acciones de mantenimiento. En términos generales éstas son:
 - a) Normalización de procedimientos, métodos o prácticas operativas.
 - b) Entrenamiento y desarrollo del personal en las normas y prácticas implantadas.
 - c) Incorporación de los nuevos niveles de desempeño, al proceso de control de gestión de la unidad.
 - d) Documentación y difusión de la historia del proceso de mejoramiento.
- Esta última actividad es de gran importancia para reforzar y reconocer los

esfuerzos y logros alcanzados e iniciar un nuevo ciclo de mejoramiento.

En este paso, es donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las nociones de variación y desviación y de proceso estable, ya que, para garantizar el desempeño, dichos conceptos y herramientas son de gran utilidad.

2. 4 Técnicas y herramientas para el mejoramiento continuo

Con el control de calidad surgen técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad. Se orienta a mantener bajo control los procesos y eliminar las causas que generan comportamientos insatisfactorios en etapas importantes del ciclo de calidad, para conseguir mejores resultados económicos.

Desde la etapa de control han surgido una serie de herramientas que sirven para el análisis de datos, análisis que es básico, para llevar a cabo el control estadístico del proceso; razón por el cual reciben el nombre de herramientas estadísticas, o los “7 útiles” para solucionar problemas, las que se describen a continuación:

2.4.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se utiliza para visualizar rápidamente qué factores de un problema, que causas o qué valores en una situación determinada son los más importantes y, por ello, cuáles de ellos hay que atender en forma prioritaria, a fin de solucionar el problema o mejorar la situación.

2.4.2 Diagrama de causa-efecto

El diagrama de causa-efecto tiene como propósito expresar en forma

gráfica el conjunto de factores causales que intervienen en una determinada característica de calidad. Lo propuso el Dr. Ishikawa al percatarse que no era posible predecir el resultado o efecto de un proceso sin entender las interrelaciones causales de los factores que influyen en el.

Al identificar todas las variables o causas que intervienen en el proceso y la interacción de dichas causas, es posible comprender el efecto que resulta de algún cambio que se opere en cualquiera de las causas. Las relaciones se expresan mediante un gráfico integrado por dos secciones.

Un diagrama de causa-efecto es educativo, sirve para que la gente conozca en profundidad el proceso con que trabaja, visualizando con claridad las relaciones entre los efectos y sus causas. Sirve también para guiar las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de un problema de calidad. Y permite encontrar más rápidamente las causas asignables cuando el proceso se aparta de su funcionamiento habitual.

2.4.3 Histograma

El histograma ordena las muestras, tomadas de un conjunto, en tal forma que se vea de inmediato con qué frecuencia ocurren determinadas características que son objeto de observación. En el control estadístico de la calidad, el histograma se emplea para visualizar el comportamiento del proceso con respecto a ciertos límites.

En cualquier estudio estadístico es muy frecuente sacar muestras aleatorias de una población para ver en qué grado la población cumple con alguna característica. Para ello se ordenan las muestras y se agrupan bajo el criterio de que encajen dentro de determinados intervalos.

2.4.4 Estratificación

La estratificación es la herramienta estadística que clasifica los datos en grupos con características semejantes. A cada grupo se le denomina estrato. La clasificación se hace con el fin de identificar el grado de influencia de determinados factores o variables en el resultado de un proceso, siendo la situación que en concreto va a ser analizada la que determina que estratos utilizar. La forma más común de presentar la estratificación es el histograma.

2.4.5 Hojas de verificación

Las hojas de verificación son muy frecuentes en el control estadístico de calidad, ya que es necesario comprobar constantemente si se han recolectado los datos solicitados o si se han realizado determinados trabajos. Se usan para verificar:

- La distribución del proceso de producción
- Los defectos
- Las causas de los defectos
- La localización de los defectos
- Confirmar si se han hecho las verificaciones programadas.

2.5 Productividad

La productividad es la base de la capacidad competitiva en la industria mundial, es la variable determinante para garantizar el éxito de las empresas en sus industrias y segmentos de mercado, especialmente cuando operan en mercados abiertos a la competencia internacional.

En este sentido, Mercado, Díaz y Flores (1998), plantean:

La productividad, definida de una manera global, es la relación entre los productos o servicios generados por un sistema, sea éste una empresa, consorcio o nación, y los recursos utilizados para hacerlo; esto es, la productividad no es una medida austera del volumen de producción, sino de la forma en que se combinan para conseguir los resultados planteados (p.15).

En este orden de ideas, la productividad implica la interacción entre distintos factores, estos factores incluyen la calidad y disponibilidad de los insumos, la escala de operación y utilización de la capacidad instalada, la participación de la mano de obra y la capacidad de los administradores para combinar eficientemente todos los factores productivos mencionados.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se expondrán los aspectos referidos al diseño metodológico que se utilizó para el desarrollo del estudio que se plantea en el presente Trabajo de Grado; por tanto se indica el tipo de investigación que se desarrolló, la caracterización de la muestra, los instrumentos que se utilizaron y finalmente, se especifica el procedimiento seguido para el desarrollo del Trabajo.

1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio planteó como finalidad el desarrollo de un Proyecto de Mejora Continua e incremento de la productividad para la empresa CVG BAUXILUM, haciendo uso de la metodología de los siete pasos del mejoramiento continuo, se realizó tipo de investigación descriptiva-explicativa y de campo (in situ) en su primera fase, y en su segunda fase del tipo aplicada.

En virtud de lo anterior, el nivel de la investigación, con la cual se abordó este estudio, es de tipo descriptiva, porque está orientada a la búsqueda de lo que se desea conocer; según Arias (2006) “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

También “consiste en describir y analizar sistemáticamente características homogéneas de los fenómenos estudiados sobre la realidad”. (Bavaresco, 2006, p. 26). Por lo tanto, se analizaron cada una de las etapas del proceso haciendo una caracterización de la actual situación de dicha empresa.

Igualmente es de tipo explicativa, ya que pretende la búsqueda o descubrimiento de las causales o razones de los problemas planteados. En este sentido, Sabino (2007) plantea que este tipo de investigación:

Son aquellos trabajos donde nuestra preocupación se centra en determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos. Su objetivo, por lo tanto, es conocer por qué suceden ciertos hechos, analizando las relaciones causales existentes o, al menos, las condiciones en que ellos se producen (p. 44).

Considerando un estudio de tipo descriptivo y explicativo, se define el proceso de búsqueda de información, es decir, el diseño de investigación, que según Sabino (2007), es una, “estrategia general de trabajo que el investigador determina una vez que ya ha alcanzado suficiente claridad respecto a su problema y que orienta y esclarece las etapas que habrán de acometerse posteriormente”. Esta debe ajustarse al tipo de investigación que ha sido definido, en consonancia con los objetivos generales y específicos de la misma.

En el mismo orden de ideas, el diseño de la investigación ajustado a este tipo de estudio, es de campo (in situ), la cual según a Arias (2006) “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios) sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes” (p.31).

La investigación se realizó donde se presenta el problema, en este caso, en la empresa CVG BAUXILUM y se contó con la participación de veinte trabajadores, conocedores de los procesos operativos y administrativos.

El diseño de campo se caracteriza por ser una investigación no experimental, Rojas (1997) explica que este tipo de estudio “supone la comprobación empírica de un conjunto de preguntas de investigación, las

cuales se desprenden de los objetivos de la investigación”, las cuales se definen, dando respuesta a cada uno los objetivos específicos planteados.

Cabe resaltar, que también se emplearon datos secundarios, .se emplearon, el plan estratégico 2014-2019, el informe de gestión 2013 y el sistema de documentos internos. Es importante, destacar a Arias (2006), quien señala lo siguiente:

... en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado (p. 31).

Y según el propósito de la investigación, es una investigación aplicada. Al respecto, Rojas (1997) plantea que la investigación aplicada tiene como objetivo mejorar un proceso o producto, diseñar estrategias, instrumentos, herramientas totalmente prácticas y directamente relacionadas con una situación real en el ambiente de trabajo. Los resultados de la investigación han de evaluarse en términos de aplicabilidad local, no en términos de validez universal.

De acuerdo con lo establecido por este autor, se desarrolló este estudio bajo la búsqueda directa e inmediata de solución de problemas como a la mejora de los procesos existentes.

2 MUESTRA

La muestra es definida por Sabino (2001), como la “parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo.” Tiene diferentes definiciones según el tipo de estudio que se esté realizando. Para los estudios cuantitativos, no es más que un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población. Para las investigaciones

cualitativas, son la “unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre el (la) cual se recolectan los datos sin que necesariamente sean representativo (a) del universo.

Para alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, la unidad de análisis fue el conjunto de los procesos productivos y administrativos de la planta de alúmina de CVG BAUXILUM. Además se contó con la participación de 20 trabajadores, con los cuales se realizaron dinámicas de grupos, para lo cual se emplearon los instrumentos que se señalan a continuación.

3 INSTRUMENTOS

Una vez definido el tipo de estudio, el diseño de la investigación apropiado y la muestra asociada con el problema en estudio, la próxima etapa fue la recolección de datos pertinentes. En tal sentido, Hernández y Otros (1994) plantearon que en esta etapa se llevaran a cabo las siguientes actividades de investigación directamente relacionadas entre sí:

a) seleccionar o desarrollar un instrumento de medición. Este instrumento debe ser validado y confiable. b) aplicar ese instrumento de medición (medir las variables) c) preparar las mediciones obtenidas (codificación de los datos) para que puedan analizarse correctamente (16).

De acuerdo a lo planteado por los autores citados anteriormente, para desarrollar la etapa referida a la recolección, codificación y análisis de los datos e información que se requieren en el presente estudio, se utilizaron los siguientes instrumentos:

3.1 La observación participante

Siendo la observación participante, una de las técnicas más importante para la investigaciones de campo, ya que se observará de manera directa toda

la ejecución del desarrollo del proyecto de mejora. Arias (2006) define la observación como técnica, ya que “consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzcan en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”.

Se aplicó la observación participante, de acuerdo a lo citado por el siguiente autor, “el investigador debe primeramente integrarse al grupo, comunidad o institución en estudio para, una vez allí, ir realizando una doble tarea: desempeñar algunos roles dentro del grupo, como uno más de sus miembros, a la par que ir recogiendo los datos que necesita para la investigación” Sabino (2007), al igual que Arias (2006) expresa lo siguiente: “en este caso el investigador pasa a formar parte de la comunidad o medio donde se desarrolla el estudio”, y clasifica esta técnica en: observación libre o no estructurada y observación estructurada.

3.2 Tormenta de Ideas

Es un método que permite producir ideas en grupos progresivamente superiores y más completas o amplias, sobre los problemas de un área, las causas de los mismos y soluciones.

3.3 Técnica de grupo nominal

Es una técnica útil para situaciones en que las opiniones individuales deben ser combinadas para llegar a decisiones, las cuales no pueden o no convienen que sean tomadas por una sola persona, y permitiendo la identificación y jerarquización de problemas, causas o soluciones a través del consenso en grupo o equipo de trabajo.

3.4. Diagrama causa - efecto

También llamado espina de pescado, permite analizar de una manera integral, las diferentes causas que explican un problema determinado, facilitando el proceso de búsqueda de causas al sugerir ramas y agrupaciones de las mismas. Se elaboraron 2 diagramas de causa - efecto de las áreas de lado rojo y lado blanco, para determinar potenciales acciones de mejora..

3.5. Registro de la base de datos de la empresa

Los diferentes registros de la base de datos de la empresa, utilizados para complementar la información requerida en la guía de observación implementada en este trabajo de investigación.

Es importante destacar, que se utilizaron principalmente el sistema de documentos internos, donde se puede visualizar el plan estratégico, la gestión interna y los procesos integrantes del modelo de caracterización de la empresa. Así mismo, diferentes informes internos de procesos.

3.11. Bibliografía, internet y otras fuentes

Para el desarrollo de este estudio, fué necesario hacer uso o recurrir a los datos secundarios que “son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores” Sabino (2007). En función a esto, la obtención de la información se realizó a través de la revisión de la bibliográfica y la literatura disponible sobre el tema en cuestión, como lo son libros, tesis, normas, procedimientos, publicaciones técnicas e Internet, estableciendo los fundamentos teóricos-prácticos del marco referencial y apoyo a este trabajo de investigación.

4 PROCEDIMIENTO

El procedimiento que se llevó a cabo para formular el Proyecto de Mejora, se fundamentó en la metodología de los siete pasos para el mejoramiento continuo. Se realizaron los pasos hasta el N° 5, ya que los pasos 6 y 7, contemplan la implantación del plan y el control y seguimiento al plan, y los dos últimos, no se contemplan en el objetivo del presente trabajo .

El procedimiento seguido fue el siguiente:

1er. Paso: Selección de los Problemas u Oportunidades de Mejoras.

En este paso el objetivo fue la identificación y escogencia de los problemas de productividad.

Tomando como base el mapa de procesos generales de CVG BAUXILUM, se realizó la identificación de los principales procesos productivos o modulares de la empresa, en dicho diagrama,

A partir de esta información, se procedió a la identificación y selección de los principales problemas de productividad en la planta de alúmina. En primer término se identificaron las áreas de oportunidad, a través de una tormenta de ideas, procediendo luego con la técnica del grupo nominal y la aplicación de una matriz de criterios para la selección de la lista de oportunidades de mejora, donde se contó con la participación de un grupo de 20 trabajadores de la empresa conocedores de la situación operativa de la organización.

2do. Paso: Cuantificación y subdivisión del problema u oportunidad de mejora seleccionada.

En este paso el objetivo, fue la precisión del problema seleccionado de productividad de la planta, el mismo se subdividió en dos (2) áreas, Lado Rojo y Lado Blanco, y a su vez para la comprensión y establecimiento de la relación causa efecto, cada área se subdividió en cuatro (4) áreas de oportunidad. Lado Rojo, se subdividió en las áreas 31, 32, 33 y 35; mientras Lado Blanco en 41, 42, 55 y 58.

En cada área, se identificaron los indicadores de productividad y sus metas asociadas a mejora, verificándose que estos indicadores y áreas, explican el problema seleccionado y están asociados en una relación causa efecto, susceptible de asociarse cuantitativamente.

3er. Paso: Análisis de causas raíces específicas.

Este paso consistió, en la identificación y verificación de las causas raíces específicas del problema para las dos áreas identificadas (Lado Rojo y Lado Blanco), se procedió con la ayuda de la tormenta de ideas a enumerar una lista o conjunto de causas posibles; y luego a su agrupación de acuerdo a su afinidad e impacto y posteriormente a la cuantificación de la Jerarquía de las causas mas relevantes, sobre el impacto en el cumplimiento de las metas del área definida (Lado Rojo y Lado Blanco). Finalmente se determinó con el grupo de trabajo, que las dos causas principales, Lado Blanco y Lado Rojo, impactan cada una en 50% sobre la productividad de la planta de alúmina.

4to Paso: Establecimiento del nivel de desempeño exigido (metas de mejoramiento).

En este nivel se hizo el estableciendo del nivel de desempeño exigido a la planta tomando como base las áreas de Lado Rojo y Lado Blanco, se fijaron las metas a alcanzar para lograr el incremento de la productividad, mediante la estimación del impacto de la eliminación de las causas raíces para cada las áreas de Lado Blanco y Lado Rojo, respectivamente.

5to. Paso: Diseño de soluciones.

El objetivo de este paso fue identificar y programar las soluciones. En este sentido, con el equipo de trabajo se procedió a la identificación y selección de conjunto de soluciones, para cada causa raíz de Lado Blanco y Lado Rojo.

Seguidamente, se realizó la planificación detallada de las actividades que permitirán alcanzar las soluciones propuestas en un horizonte temporal de doce (12) meses.

CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

1 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ALÚMINA CVG BAUXILUM.

Para la identificación y selección de las situaciones problemáticas que en la actualidad afectan la calidad y la productividad en CVG BAUXILUM, es necesario en primera instancia, identificar los elementos que se interrelacionan en el desarrollo de la gestión, en función de describir las oportunidades de mejora. El mapa de procesos, se muestra en la figura 4:

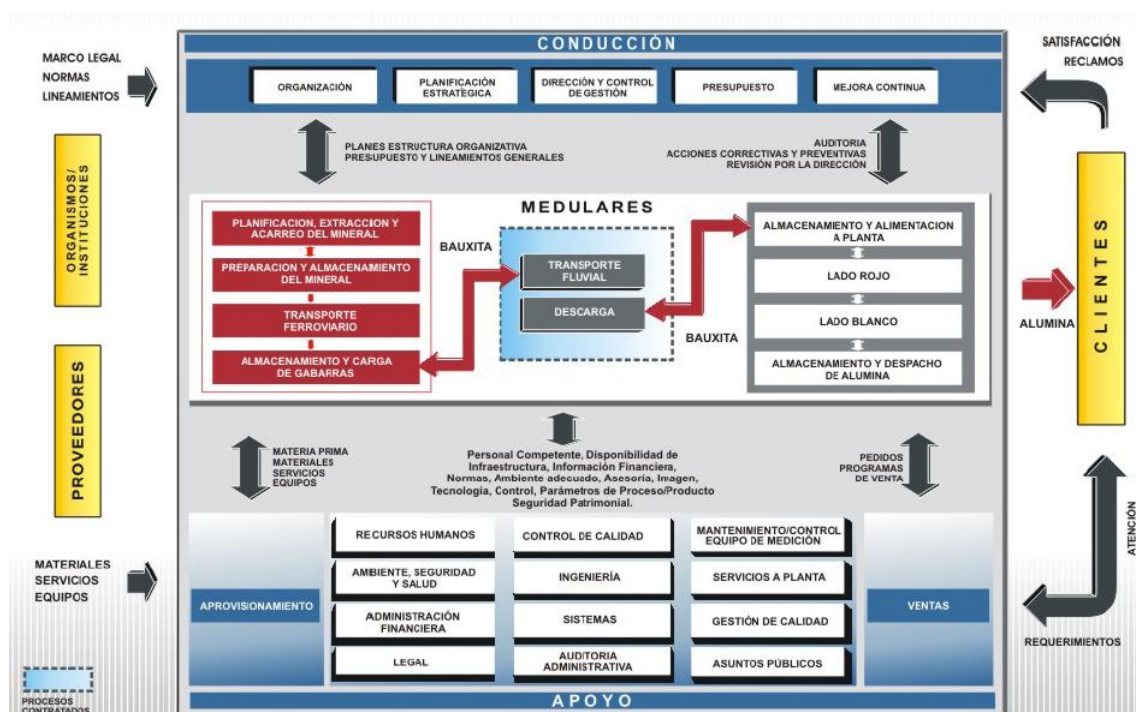


Figura 4. Mapa de Procesos General de CVG BAUXILUM. **Fuente:** Sistema de Documentos Internos de la Empresa. (2014)

Al analizar el mapa de procesos, se identificaron los principales procesos de la empresa son: Planificación, Extracción y Acarreo de mineral, Preparación y Almacenamiento de Mineral, Transporte Ferroviario, Almacenamiento y Carga de Gabarras, Transporte Fluvial, Descarga, Almacenamiento y Alimentación a Planta, Lado Rojo, Lado Blanco, Almacenamiento y Despacho de Alúmina; los cuales permitirán cuantificar y subdividir el problema que resulte de la participación activa del grupo de trabajo.

Es importante destacar que en cada uno de éstos se ha evidenciado situaciones problemáticas, las cuales pueden ser objeto, para la elaboración de proyectos de mejora. Así se alcanzaría la mejora continua y al incremento de la productividad. A efectos de evidenciar la existencia de problemáticas en el desarrollo de los procesos, es necesario, presentar los resultados de efectividad para cada uno de ellos, datos obtenidos del informe de gestión del año 2013.

Tabla 1.

Porcentaje de Cumplimiento de la Planificación de los Procesos.

PROCESO	CUMPLIMIENTO DE METAS (PLAN 2013)
Planificación, Extracción y Acarreo de mineral	94 %
Preparación y Almacenamiento de Mineral	93 %
Transporte Ferroviario	94 %
Almacenamiento y Carga de Gabarras	95 %
Transporte Fluvial, Descarga	95 %
Almacenamiento y Alimentación a Planta	92 %
Lado Rojo	80 %
Lado Blanco	80 %
Almacenamiento y Despacho de Alúmina	93 %

Fuente: Informe de Gestión, Año 2013.

Como se puede observar en la tabla 1, en los procesos desarrollados por CVG BAUXILUM en el año 2013, existe incumplimiento de las metas programadas en el plan operacional de dicho año, la variación de incumplimiento se ubica entre 6% y 20%, reflejando oportunidades de mejora en dichos procesos, estas variaciones serán objeto de identificación y análisis posteriormente.

Con base a la identificación y descripción de los procesos de la unidad objeto de investigación y a la manifestación de cierto grado de incumplimiento con las metas establecidas previamente, se procedió a aplicar la técnica de tormenta de ideas, a fin de identificar las potenciales oportunidades de mejoras. Es importante destacar que:

- Se evaluaron cada una de las ideas diferenciando oportunidades de mejoras de causas y soluciones.
- Se consideraron sólo oportunidades de mejoras.

En función a la premisa establecida, el listado de áreas de oportunidad se presenta a continuación:

1. Incrementar la oportunidad en la entrega de los informes de gestión.
2. Mejorar la documentación de los procesos.
3. Incrementar los estudios de Ingeniería en Planta.
4. Optimizar la Planificación y Extracción
5. Mejorar las gestiones de Transporte, Descarga y Almacenamiento.
6. Mejorar e incrementar la productividad de la Planta de Alúmina.

Con este listado de oportunidades de mejora, se procedió a aplicar la técnica del grupo nominal, para ello:

- Cada participante del equipo asigna un peso en orden de importancia a cada una de las oportunidades de mejoras listadas.
- Se realiza un Diagrama de Pareto para preseleccionar oportunidades de mejora.
- Se preselecciona las oportunidades de mejoras.

Para la asignación del peso se tomó en consideración la siguiente ponderación:

Tabla2.

Escala de Valoración según su importancia

0: Nada	1: Poco	2: Regular	3: Medianamente	4: Suficiente	5: Mucho
----------------	----------------	-------------------	------------------------	----------------------	-----------------

De acuerdo a la ponderación, los integrantes del grupo (20 trabajadores) procedieron a asignar valores de acuerdo a la importancia que a su criterio obedece la oportunidad de mejora, en donde se obtuvieron los siguientes resultados, mostrados en la tabla 3.

Tabla 3.

Técnica del Grupo Nominal

OPORTUNIDAD DE MEJORA	PARTICIPANTES/ASIGNACIÓN DE IMPORTANCIA																				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. Incrementar la oportunidad en la entrega de los informes de gestión.	2	2	1	2	2	1	3	1	1	3	2	3	1	1	1	2		2	3	1	34
2. Mejorar la documentación de los procesos.	1	1	1	1	1	4	2	1	1	3	2	3	1	1	1	1		2	3	1	31
3. Incrementar los estudios de ingeniería en Planta.	1	1	3	3	3	2	1	4	2	2	1	1	1	2	3	1		1	1	1	34
4. Optimizar la Planificación y Extracción	1	3	2	1	2	1	4	1	3	1	1	2	3	4	1	1		1	2	3	37
5. Mejorar las gestiones de Transporte, Descarga y Almacenamiento.	2	3	2	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1	2	3	1	3	1	1	1	33
6. Mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina	5	4	3	5	5	4	3	2	5	4	4	4	5	5	3	5	5	5	5	4	85

Con los datos reflejados en la tabla anterior, producto de la aplicación de la técnica de grupo nominal, se procedió a elaborar un diagrama de pareto, tal cual se presenta a continuación:

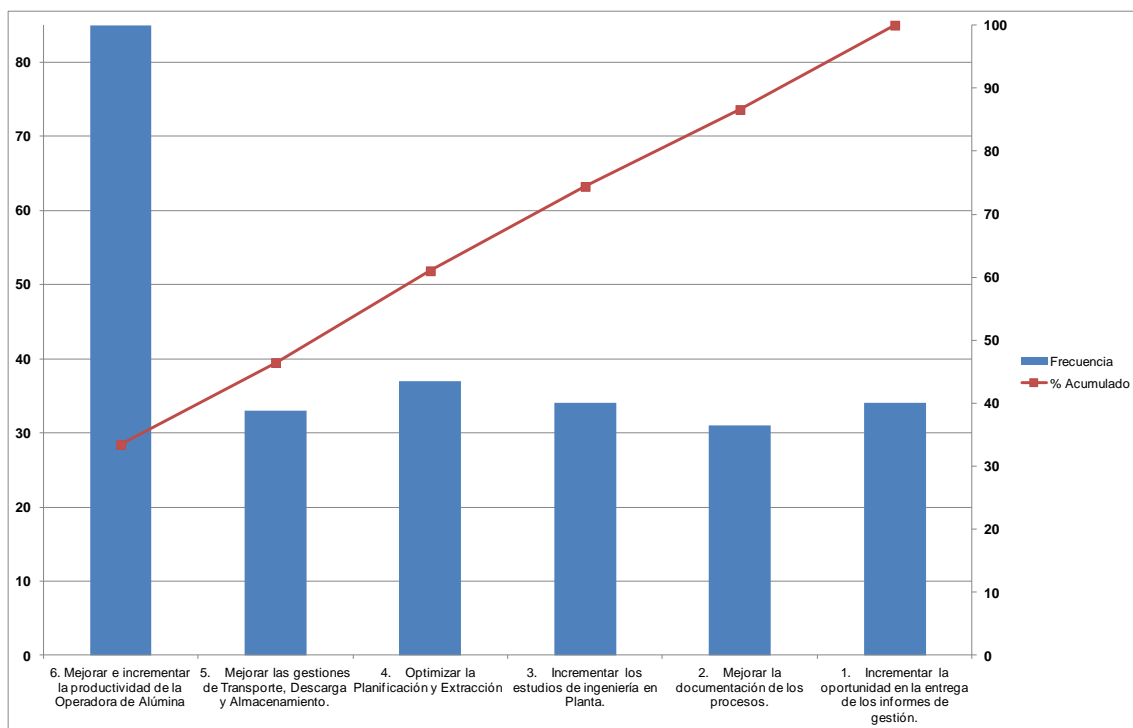


Figura 5. Diagrama de Pareto de las Oportunidades de Mejora. **Fuente:** Técnica de Grupo Nominal (2014)

Del Diagrama de Pareto, se evidenciaron las Oportunidades de Mejora de mayor importancia en CVG BAUXILUM, en este sentido, la oportunidad de mejora de mayor peso, de acuerdo al criterio del grupo de trabajo esta relacionada con:

- Mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina (Planta de Alúmina); esta oportunidad de mejora está relacionada con los procesos productivos del Lado Rojo y Lado Blanco de la planta de alúmina.

Con la identificación de la oportunidad de mejora más importante, se procedió a elaborar una matriz de selección, para ello se tomó en consideración los criterios mostrados en la tabla 4.

Tabla 4.

Criterios Seleccionados para la Matriz

	<i>Criterio</i>	<i>Peso %</i>
C1	Poca inversión adicional	25%
C2	Factible en ejecutar	30%
C3	Baja inversión del proyecto	15%
C4	Autonomía para ejecutar	20%
C5	Impacto de gestión	10%

Adicionalmente, se acordó la escala de preselección, la misma se presenta a continuación en la tabla 5.

Tabla 5.

Escala de Gradación para Preselección de la Oportunidad de Mejora

<i>Valor</i>	<i>Significado</i>
5	Máximo valor
3	Valor Medio
1	Mínimo valor

Con base a lo antes acordado, se procedió a la elaboración de la matriz de selección, derivada igualmente de las opiniones del grupo de trabajo. Es de destacar, que el valor que aparece en las celdas, es el promedio de puntuación asignado por las 20 personas integrantes del grupo. Los resultados de la matriz de selección de oportunidades de mejora se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.**Matriz de Selección de la Oportunidad de Mejora**

OPORTUNIDAD DE MEJORA	C1 0,25	C2 0,30	C3 0,15	C4 0,20	C5 0,10	TOTAL
4. Optimizar la Planificación y Extracción	2 0,5	4 0,1	3 0,45	1 0,2	1 0,1	1,35
1. Incrementar la oportunidad en la entrega de los informes de gestión.	1 0,25	2 0,6	2 0,3	1 0,2	1 0,1	1,45
2. Mejorar la documentación de los procesos.	2 0,5	2 0,6	5 0,75	2 0,4	3 0,3	2,55
3. Incrementar los estudios de ingeniería en Planta.	2 0,5	2 0,6	5 1	2 0,4	3 0,3	2,8
5. Mejorar las gestiones de Transporte, Descarga y Almacenamiento	4 1	2 1	3 0,45	2 0,4	1 0,1	2,95
6. Mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina	5 1,25	5 1,5	5 0,75	5 1	5 0,5	5

De acuerdo a los resultados arrojados por la matriz y presentados en la tabla 6, la oportunidad de mejora con mayor puntuación resultó ser: “Mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina”, dado que obtuvo la puntuación global de 5, que la califica con el máximo valor. Luego de aplicar la matriz de selección el equipo verificó la oportunidad de mejora con una lista de preguntas.

Tabla 7.**Preguntas sobre el Problema**

	SI	NO
¿La solución no es evidente ni está implícita?		X
¿Está planteada en términos de efecto?	X	
¿Está asociada a mejorar la calidad del producto o servicio (Incumplimiento de atributos o requerimientos del cliente) o a uso de recursos?	X	
¿Está acorde con los lineamientos y condiciones fijados por la Empresa?	X	

Finalizada la etapa anterior, se procedió a la cuantificación y subdivisión del problema u oportunidad de mejora.

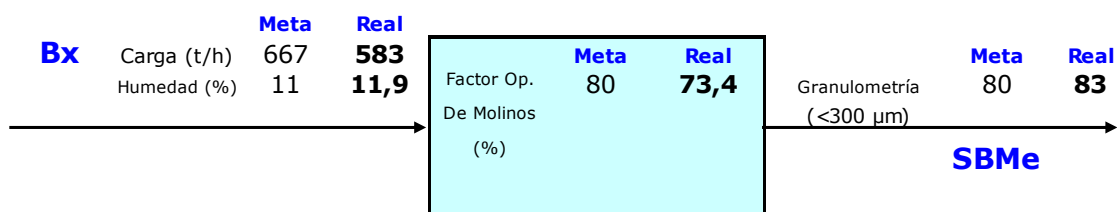
En el Lado Rojo se encuentran las áreas que procesan material, que debido a su alto contenido férrico, presentan una coloración rojiza característica. En esta sección, se realizan un conjunto de procesos químicos para separar el lodo y las impurezas presentes en la bauxita.

En el Lado Blanco, se tienen las áreas que manejan suspensiones ricas en aluminato y abarca los procesos finales donde se obtiene la alúmina, la cual presenta un color blanco puro. Esta sección esta conformada por varias plantas entre ellas se encuentra, la planta de control de oxalatos para la eliminación de impurezas y que contribuye a la mejor productividad y calidad del producto

Seguidamente, se procedió a subdividir el problema existente y relacionado con el incumplimiento de las metas en los procesos Lado Rojo y Lado Blanco, luego de una tormenta de ideas quedaron definidas las siguientes subdivisiones (áreas), consideradas más críticas:

Lado Rojo: Áreas que lo conforman:

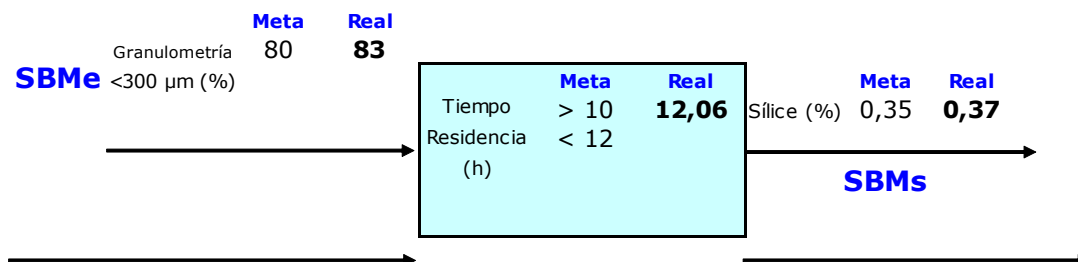
El Área 32, es la entrada al sistema, es el área donde se produce el proceso de trituración y molienda de bauxita, y consiste en la mezcla de la bauxita, previamente triturada, cal y soda cáustica con el propósito de reducir el tamaño de las partículas (menor a 700 micrones) para garantizar la disolución total de la alúmina durante la digestión. A continuación se muestran los incumplimientos más críticos en la figura 7.



Bx: Bauxita // µm: micrones % // SBMe: Suspensión de bauxita molida a entrada

Figura 7. Incumplimiento Área 32. **Fuente:** El autor (2014)

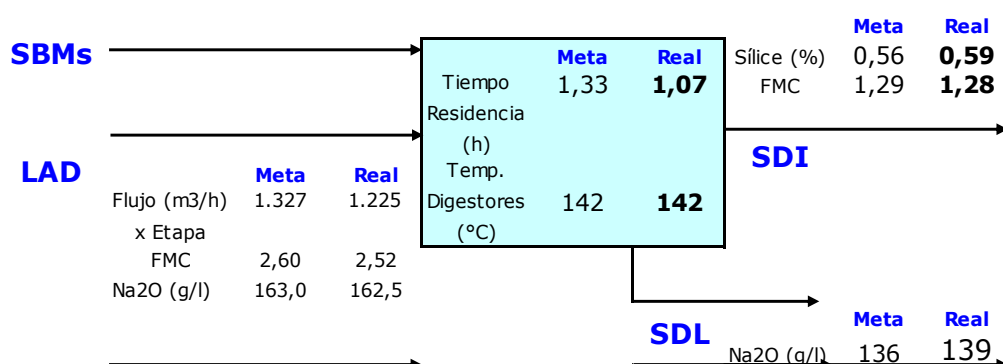
En el Área 31, se realiza el proceso de predesilicación, que tiene como finalidad otorgar el tiempo de residencia necesario para generar suficiente cantidad de semilla en la suspensión de bauxita y lograr la precipitación de sílice en el licor. A continuación se muestran en la figura, los incumplimientos más críticos:



SBMe: Suspensión de bauxita molida entrada // SBMs: Suspensión de bauxita molida salida

Figura 8. Incumplimiento Área 31. Fuente: El autor (2014).

En el Área 33, se realiza el proceso de digestión, y se produce al mezclar la bauxita molida predesilicada con licor a 140 °C, para disolver con soda cáustica la alúmina trihidratada. A continuación se muestran los incumplimientos más críticos en la figura 9.

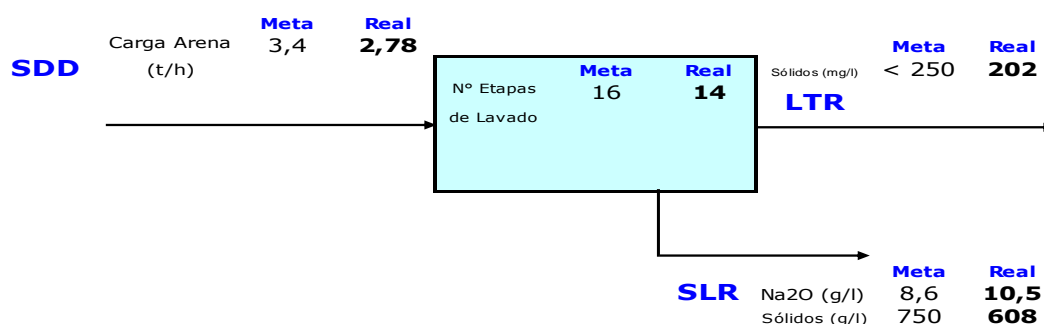


FMC: Fracción molar cáustica de alúmina

LAD: Licor fuerte a digestión // SDI: Suspensión de digestión // Suspensión de dilución

Figura 9. Incumplimiento Área 33. Fuente: El autor (2014).

En el Área 35, se realiza la sedimentación y lavado, consiste en una operación de lavado de contra corriente con la finalidad de lograr la separación de la mayor parte de los desechos insolubles (lodos rojos), producto de la disolución de la alúmina en el licor cáustico y la recuperación de la mayor cantidad de soda cáustica asociada a estos desechos. A continuación se muestran en la figura 10, los incumplimientos más críticos.

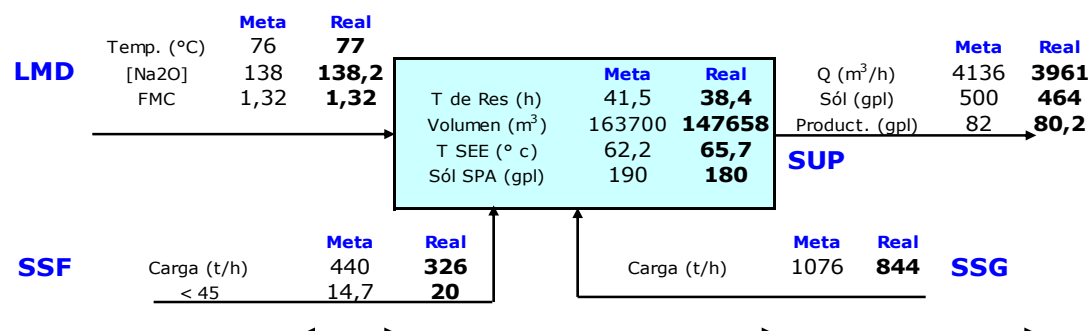


SDD: Suspensión desarenado // LTR: Licor turbio rebose espesadores // SLR: Suspensión último lavador.

Figura 10. Incumplimiento Área 35. Fuente: El autor (2014).

Lado Blanco: Áreas que lo conforman:

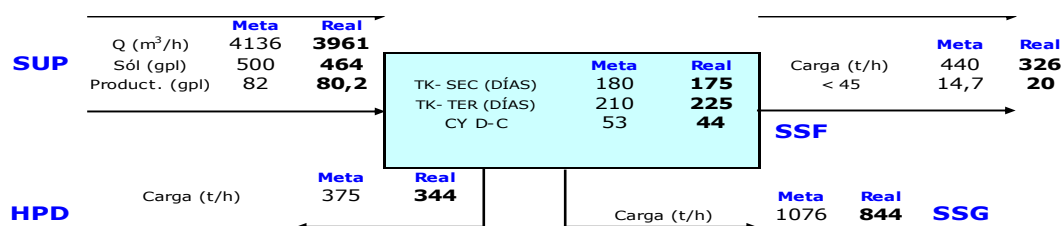
El Área 41, es el área de precipitación, implica el paso del licor madre por una serie de precipitadores donde se mezclan dos tipos de semilla de hidratos (semilla fina y semilla gruesa) para promover la aglomeración y el crecimiento de nuevos cristales. A continuación se muestran incumplimientos críticos.



LMD: Licor madre preñado // SSF: Suspensión de semilla fina // SUP: suspensión ultimo precipitado // SSG: suspensión de semilla gruesa.

Figura 11. Incumplimiento Área 41. Fuente: El autor (2014)

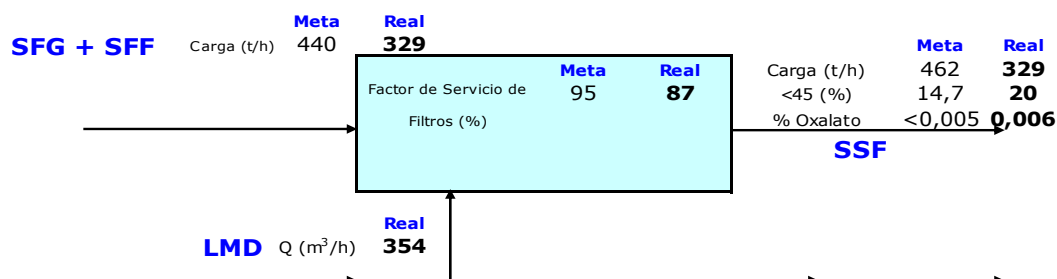
En el Área 42, se realiza la clasificación de hidrato, este proceso persigue la separación de sólidos de alúmina trihidratada del licor en tres fracciones: semilla gruesa (producto), semilla intermedia (se envía al área 58) y semilla fina (se envía al área 55). A continuación se muestran incumplimientos mas significativos:



HPD: Hidrato producto.

Figura 10. Incumplimiento Área 42. Fuente: El autor (2014)

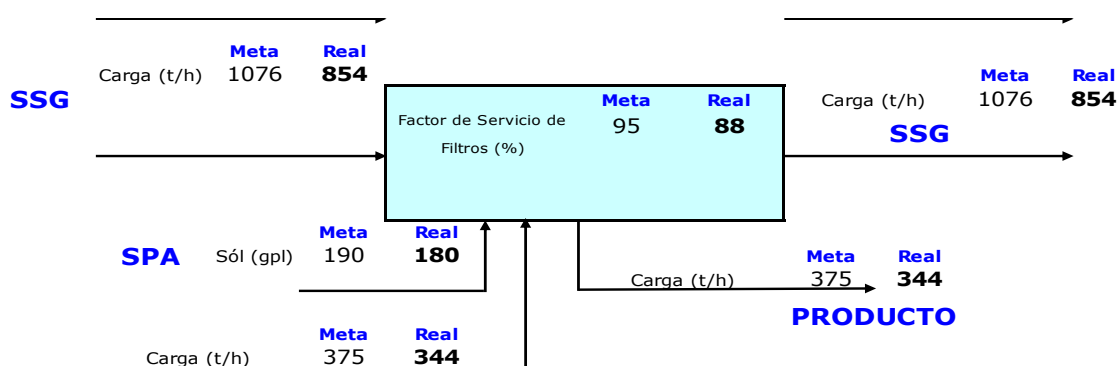
En el Área 55, se produce el Lavado de Oxalato, consiste en deslicorizar y lavar las semillas fina y gruesa provenientes del área 42, para remover Oxalato y otras impurezas orgánicas que precipitadas en la superficie impiden una buena aglomeración y crecimiento de las partículas en la precipitación. Esto se realiza con la deslicorización de la semilla en los filtros deslicorizadores, donde la mezcla resultante es lavada con agua a 30 °C. El propósito es remover Oxalato y otras impurezas orgánicas que, impiden una buena aglomeración y crecimiento de las partículas de alúmina. A continuación se muestran los incumplimientos en la figura 13.



SFG: Semilla fina gruesa // Semilla fina fina

Figura 13. Incumplimiento Área 55. Fuente: El autor (2014)

En el Área 58, se lleva a cabo la Filtración de Semilla Gruesa, la finalidad del área de filtración de semilla gruesa es deslicorizar toda la semilla gruesa proveniente de los tanques primarios del área de clasificación y resuspenderla posteriormente con suspensión de aglomeración para enviarla al primer precipitador en línea de la etapa de crecimiento en precipitación, es decir la filtración de la semilla gruesa se realiza con el fin de reducir al máximo el reciclaje de licor agotado, con poca capacidad de precipitar el hidrato. Capacidad: 1.350 toneladas/hora de semilla gruesa. A continuación se muestran los incumplimientos más críticos, en la figura 14.



SPA: suspensión de aglomeración.

Figura 14. Incumplimiento Área 58. Fuente: El autor (2014)

Para cuantificar el impacto de cada subdivisión y darle su respectiva prioridad, se usó la Técnica de Grupo Nominal, con el fin de realizar su jerarquización en forma cualitativa, ya que no se cuenta con los datos necesarios o medios ágiles para la obtención de los mismos. La técnica se aplicó a las causas de las áreas críticas del Lado Rojo y Lado Blanco.

2 CAUSAS RAÍCES MÁS RELEVANTES DE LOS PROBLEMAS SELECCIONADOS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE ALÚMINA CVG BAUXILUM

Para el desarrollo de este paso, se realizaron las siguientes actividades:

- Para cada subdivisión (Área), se listaron las causas de su ocurrencia, aplicando la tormenta de ideas.
- Se agruparon las causas listadas según su afinidad (diagrama causa-efecto).
- Se cuantificaron las causas para verificar su impacto y relación con el problema y jerarquizar y seleccionar las causas raíces más relevantes.

A continuación se presentan los diagramas causa efecto de los incumplimientos de Lado Rojo y Lado Blanco, en las figuras 15 y 16, respectivamente. En este punto de desarrollo del proyecto, se realizó una tormenta de ideas, donde se estableció el porcentaje de importancia que posee cada causa específica, de acuerdo al criterio del grupo de trabajo y a la necesidad que manifestaron para iniciar la ejecución del proyecto de mejora a la mayor brevedad.

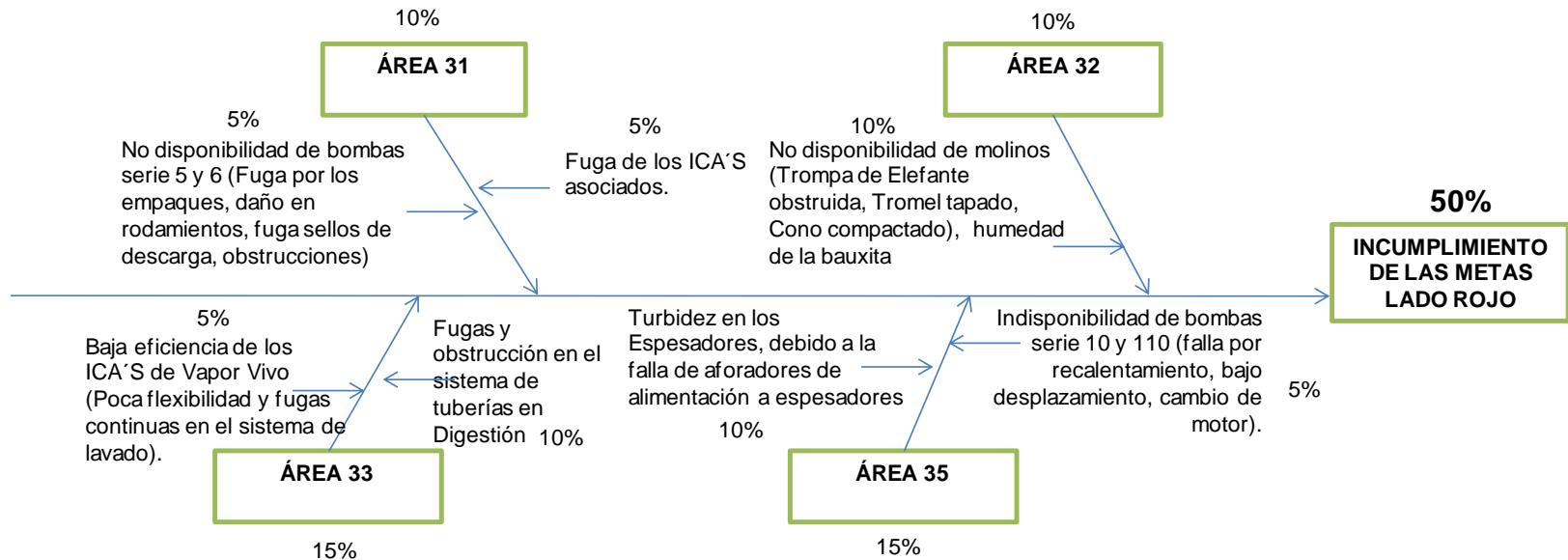


Figura 15. Diagrama causa efecto de la causa raíz relacionada al Incumplimiento de las metas Lado Rojo. **Fuente:** El autor (2014)

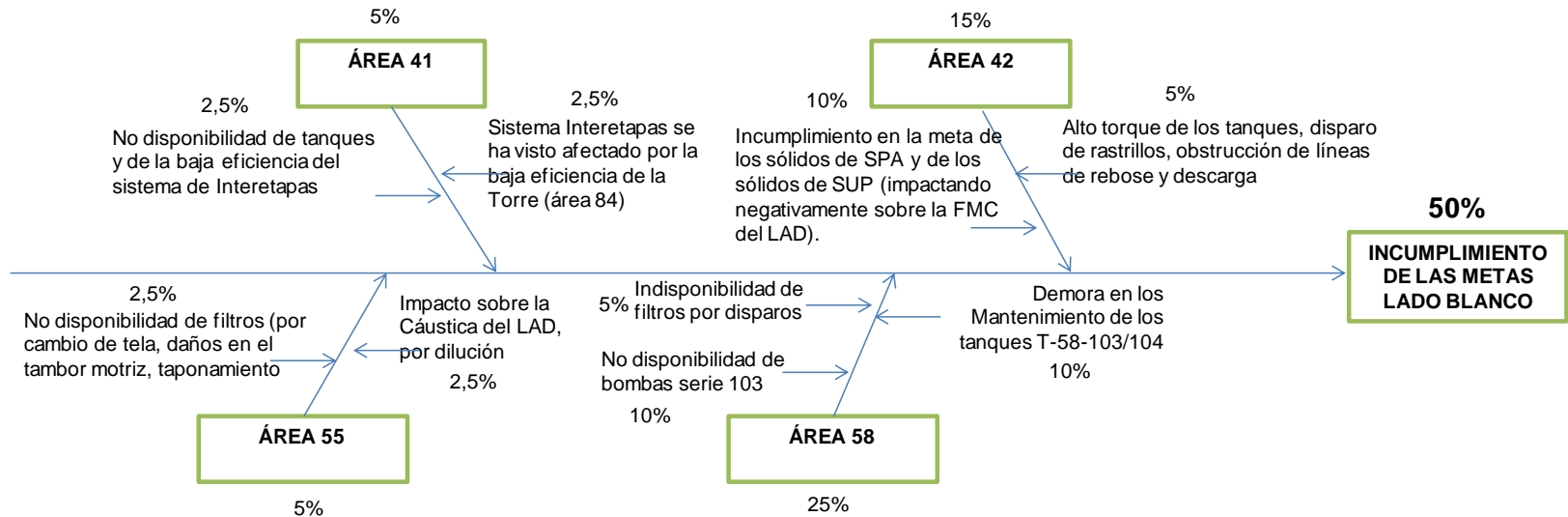


Figura 16. Diagrama causa efecto de la causa raíz relacionada al Incumplimiento de las metas Lado Blanco. **Fuente:** El autor (2014)

Del análisis de las causas raíces específicas se pudieron determinar las subcausas que inciden en la misma. De acuerdo a las opiniones del grupo de trabajo el cumplimiento de las metas de Lado Rojo y Lado Blanco mejoraría, en un 50%, sí se logran eliminar las causas raíces.

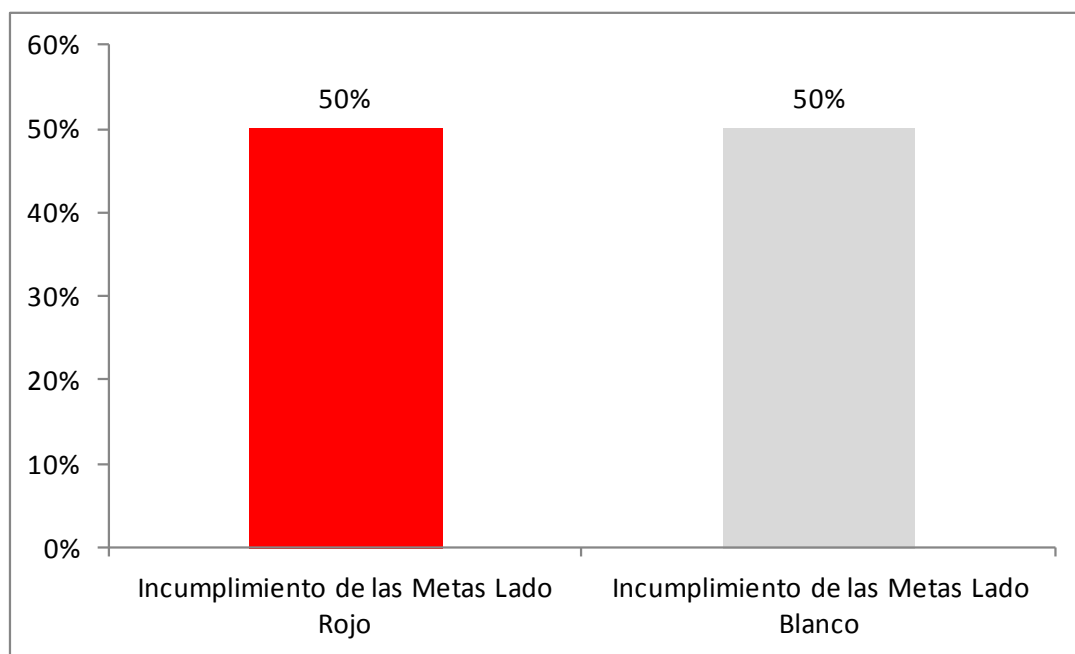


Figura 17. Percepción del grupo de trabajadores en cuanto a la importancia de las causas raíces en la oportunidad de mejora. **Fuente:** El autor (2014)

Como se observa en la figura 17, de acuerdo a las opiniones del grupo, los dos aspectos inciden en “Mejorar e incrementar la productividad de la Planta de Alúmina” y ambos reciben una ponderación de 50%, por lo tanto tienen igual impacto.

De este análisis, se desprende la solución para la situación problemática, que radica en la Mejora e incremento de la productividad de la Planta de Alúmina, mediante el cumplimiento de las metas de Lado Rojo y Lado Blanco, las cuales requieren de Mejoras y propuestas que permitan sus soluciones. En el próximo capítulo se desarrollan los pasos relativos a la propuesta.

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

En el presente capítulo, se desarrollan los pasos del Proyecto de Mejora necesarios para elaborar la propuesta que permita la mejora e incremento de la productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM.

1 ESTABLECIMIENTO DE LAS METAS A ALCANZAR

Para iniciar este paso, se procede a calcular el potencial de mejoras (PM) en función a las causas raíces a eliminar, para ello se utiliza la siguiente fórmula: ***PM = Peso (subdivisión) x Peso (causa primaria) x Peso (causa raíz)***

1.1 Metas de Lado Rojo, para la realización del cálculo, es necesario identificar los datos en la tabla 8.

Tabla 8.

Datos para el Cálculo del Potencial de Mejoras

Subdivisión	Causa Primaria	Causa Raíz	Peso Subdivisión	Peso Causa Primaria	Peso Causa Raíz	PM	% PM
Incumplim. de las Metas Lado Rojo.	Área 31	1	0,50	0,10	0,05	0,0025	2,5
		2	0,50	0,10	0,05	0,0025	2,5
	Área 32	1	0,50	0,10	0,10	0,005	0,5
	Área 33	1	0,50	0,15	0,10	0,0075	7,5
		2	0,50	0,15	0,05	0,00375	3,75
	Área 35	1	0,50	0,15	0,05	0,00375	3,75
		2	0,50	0,15	0,10	0,0075	7,5
	TOTAL:						28

Seguidamente, se procede a calcular la mejora de la Subdivisión, tomando en consideración lo siguiente:

Mejora de la Subdivisión, esta en función del potencial de mejora

$$MI = \text{Peso de la subdivisión} \times PM$$

$$MI = 0,50 \times 0,28$$

$$MI = 0,14$$

$$MI = 14\%$$

Se establece la meta, la cual se genera con la suma de la situación actual de la Subdivisión y su mejora.

Meta Esperada

$$ME = (\text{Porcentaje de cumplimiento Subdivisión}) + MI$$

$$ME = 50\% + 14\% \quad ME = 64\%$$

Nivel de desempeño exigido: 64 %

Por lo tanto, el cumplimiento de las Metas Lado Rojo, de acuerdo al análisis de las causas raíces va orientada a:

Meta: Mejorar e incrementar la productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM, adicionando el cumplimiento de las Metas Lado Rojo en un 64 % en forma gradual hasta lograr un 100% a futuro.

1.1 Metas de Lado Blanco, para la realización del cálculo, es necesario identificar los datos en la tabla 9.

Tabla 9.

Datos para el Cálculo del Potencial de Mejoras

Subdivisión	Causa Primaria	Causa Raíz	Peso Subdivisión	Peso Causa Primaria	Peso Causa Raíz	PM	% PM
Incumplimiento de las Metas Lado Blanco	Área 41	1	0.50	0.05	0.025	0,000625	0.625
		2	0.50	0.05	0.025	0,000625	0.625
	Área 42	1	0.50	0.15	0.10	0,0075	7.5
		2	0.50	0.15	0.05	0,00375	3.75
	Área 55	1	0.50	0.05	0.025	0,000625	0.625
		2	0.50	0.05	0.025	0,000625	0.625
	Área 58	1	0.50	0.25	0.10	0,0125	12.5
		2	0.50	0.25	0.05	0,00625	6.2
		3	0.50	0.25	0.10	0,0125	12.5
	TOTAL:						45

Seguidamente, se procede a calcular la mejora de la Subdivisión, tomando en consideración lo siguiente:

Mejora de la Subdivisión

MI = Peso de la subdivisión x PM

$$\text{MI} = 0,50 \times 0,45$$

$$\text{MI} = 0,225$$

$$\text{MI} = 22,5\%$$

Se establece la meta, la cual se genera con la suma de la situación actual de la Subdivisión y su mejora.

Meta Esperada

ME = I (Porcentaje de cumplimiento Subdivisión) + MI

$$\text{ME} = 50\% + 22,5\% \quad \text{ME} = 72,5\%$$

Nivel de desempeño exigido: 72,5 %

Por lo tanto, el cumplimiento de las Metas Lado Rojo, de acuerdo al análisis de las causas raíces va orientada a:

Meta: Mejorar e incrementar la productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM, adicionando el cumplimiento de las Metas Lado Blanco en un 72,5 % en forma gradual hasta lograr un 100% a futuro.

2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN (ACCIONES DE MEJORAS).

Con el apoyo del equipo de trabajo, se diseñaron y seleccionaron las soluciones más apropiadas para eliminar las causas raíces en Lado Rojo y Lado Blanco:

2.1 Soluciones Lado Rojo, a continuación en la tabla 10, se presentan las soluciones a las causas raíces, de las áreas 31, 32, 33 y 35, de Lado Rojo:

Tabla 10.
Soluciones para Lado Rojo

CAUSA RAIZ	SOLUCIÓN
Área 31 Predesili- cación	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un proyecto de ingeniería para reemplazar el material de fabricación de los intercambiadores de calor (ICA), por uno de mayor durabilidad, debido a que presentan deterioro, lo que ocasiona pérdidas de tiempo, riesgo de accidentes laborales, pérdidas de producción y altos costos. • Garantizar los recursos para ejecutar oportunamente, el plan de mantenimiento de los tanques: 31-11-1-2-3-4. • Rediseñar el sistema de barrido al área, para evitar la alta frecuencia de obstrucción de las líneas.
Área 32 Trituración y Molienda	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el mecanismo de los raspadores de los molinos, ya que frecuentemente están fuera de servicio por falla mecánica, lo que produce pérdidas de producción al romper las cintas por acumulación de material. • Realizar modificación al sistema de lubricación de los molinos para mejorar su efectividad y evitar pérdida de tiempo al momento de chequeo y mantenimiento. • Corregir las continuas fallas de rebose de las bombas Humboldt serie "A". • Redefinir las prácticas de operación y mantenimiento de los molinos (disminuir las paradas de los molinos, estandarizar el tiempo de servicio versus la vida útil del rotor, mejorar el sistema de recarga de bolas).

Área 33 Digestión	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar las líneas de los intercambiadores (ICA) de vapor vivo, ya que los desgastes que presentan afectan la entrada y salida de licor, generando fugas y pérdidas de producción por reparaciones. • Mejorar el tiempo de lavado de Intercambiadores de calor de proceso, esto mejorará la vida útil de los ICA de vapor Vivo. • Implementar un sistema de lavado de carcasa de los ICA de proceso y un sistema de control de nivel en los Vessel. • Elaborar un proyecto de ingeniería para mejorar capacidad de las bombas de condensado de proceso; y cambiar el diseño de válvulas, a fin de mejorar su operatividad y la producción.
Área 35 Sedimento y Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la disponibilidad de equipos, ya que es factor crítico en esta área de 90 bombas, donde no existen equipos de respaldo para el cambio, ni repuestos para garantizar la reparación. • Garantizar la disponibilidad de instrumentos de medición, (aforadores de 10"), ya que presentan alta rotación, por problemas de confiabilidad. • Ejecutar un programa de adecuación de los sistemas de preparación y dosificación de polímeros, ya que actualmente resultan ineficientes, poco confiables y sin repuestos para la reparación oportuna. • Ejecutar un programa de limpieza de desechos (lodo y materiales) en el perímetro del área, para asegurar la limpieza interna de los tanques. • Aumentar la participación efectiva del personal de Control de Calidad, ya que actualmente no ejercen una función oportuna y confiable en problemas de mediana complejidad. • Disponer de una cuadrilla para fabricación y sustitución de líneas en base a su criticidad, ya que las incrustaciones en equipos y tuberías es muy frecuente. • Mantener un nivel mínimo de válvulas y carretes para las líneas de alimentación a espesadores, a fin de ser cambias con personal mecánico en cualquier turno. • Agilizar el mantenimiento de los espesadores a fin de garantizar un tanque en reserva. • Garantizar un grupo de mecánicos en el turno mixto para dar continuidad a los trabajos programados. • Ejecutar el proyecto para mejorar el sistema de bombeo de las P-35.10AB/ 110A.B. • Ejecutar el programa de lavados químicos en el área de sedimentación y lavado (Área 35).

Luego de seleccionar las soluciones para cada causa raíz, que permitirán mejorar en el Lado Rojo, e impactar directamente en la planta de alúmina, se realizará el plan para la implantación.

2.1 Soluciones Lado Blanco, a continuación en la tabla 11, se presentan las soluciones a las causas raíces de las áreas 41, 42, 55, y 58, que afectan esta área de trabajo.

Tabla 11.
Soluciones para Lado Blanco

CAUSA RAIZ	SOLUCIÓN
Área 41 Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el tiempo de residencia en esta área, a través de un estricto control de las horas de servicio de los rodamientos de equipos prioritarios (bombas de lubricación de molinos y agitadores), para ejecutar el cambio oportunamente; y evitar daño en motores y pérdidas de producción,
Área 42 Clasificación Hidratos	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el cumplimiento de la meta de los sólidos en suspensión. • Mejorar el torque de los tanques, y evitar el disparo de rastrillos y la obstrucción de líneas de rebose. • Mejorar el sistema del doble ciclonado.
Área 55 Lavado de Oxalato	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la rotura prematura de telas en el área 58, ya que incrementan sólidos en tanques de filtrado, duplican cambios de telas y acortan horas de servicio de filtros. • Mejorar tiempo de contratación del personal mecánico y soldadores. • Aumentar la densidad del hidrato y disminuir el volumen en los tanques secundarios. • Disminuir fallas del fluido eléctrico. • Incrementar la superficie de filtración en el área 55, instalando dos filtros, que permita mayor flexibilidad operativa
Área 58 Filtración Semilla Gruesa y Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar y ejecutar el programa de capacitación en instrumentación (turno), para equipos de calderas; y poder resolver efectivamente las diferentes fallas que limitan el arranque oportuno de las mismas • Garantizar un nivel mínimo de repuestos en almacén para los equipos prioritarios, tales como: Compresores de aire, Bombas de agua de alimentación a las Calderas, Instrumentos y Válvulas • Incrementar la superficie de filtración en área 58, instalando 2 unidades de filtros, que permitan mayor flexibilidad operativa

Luego de seleccionar las soluciones para cada causa raíz, que permitirán mejorar en el Lado Blanco, e impactar directamente en la planta de alúmina, se realizará el plan para la implantación.

3 PLAN PARA IMPLANTAR LAS ACCIONES DE MEJORAS DE PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ALÚMINA DE CVG BAUXILUM

Para implantar las acciones de mejoras en la planta de alúmina CVG BAUXILUM, era necesario que en primera instancia se detectaran las causas raíces de los problemas en Lado Rojo y Blanco y se plantearan las soluciones para corregir esta situación. Una vez descritas, se realizó el plan de actividades, que se visualiza en las tablas 12 y 13 respectivamente:

Tabla 13. .
Cronograma de Ejecución de Soluciones - Lado Blanco

[illegible]

LADO ROJO: ÁREA 35

[illegible]

LADO ROJO: ÁREA 35

[illegible]

LADO ROJO: ÁREA 35

[illegible]

LADO BLANCO: ÁREA 55

[illegible]

Implementación de Soluciones y Acciones de Garantía

La implementación de soluciones y las acciones de garantía, no forman parte del alcance del presente trabajo, queda a discreción de la organización su puesta en marcha. Sin embargo, una vez implementado el plan de acciones, los pasos generales a seguir para el éxito de la gestión en este proceso, son los siguientes:

- Revisar el avance del plan en Lado Rojo y Lado Blanco.
- Analizar los niveles alcanzados del plan o las desviaciones presentadas.
- Evaluar el impacto de los niveles alcanzados en las mejoras.
- Evaluar el cumplimiento de cada acción específica programada.
- Reprogramar las acciones retrasadas en su implementación.
- Medir el impacto global sobre la producción y la productividad de la planta de alúmina.
- Identificar los factores por los cuales no se cumplieron las metas y alcanzaron resultados.

El seguimiento constante del plan de mejoras propuesto, es un requisito indispensable de la administración de CVG BAUXILUM, para lograr una gestión favorable en el proceso de aumento de las mejoras planteadas y del aumento de la productividad que esta propuesta persigue, como objetivo para la planta de alúmina.

Con relación a las acciones de garantía, el modelo plantea que una vez implantadas las soluciones propuestas en el proyecto de mejora continua e incremento de la productividad para CVG BAUXILUM, se persigue asegurar que los logros alcanzados se mantengan en el tiempo, se reconozcan y se difunda la información sobre el proyecto, los resultados alcanzados, los esfuerzos y recursos involucrados. Así mismo, incorporar sugerencias para mejora del proyecto, nuevas áreas y en general hacerlo dinámico y adaptable a nuevas situaciones y retos.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en este trabajo se concluyen los siguientes aspectos:

Se identificaron y seleccionaron 6 problemas de calidad y productividad dentro de CVG BAUXILUM, mediante la utilización de técnicas como la tormenta de ideas, en donde destacaron como oportunidades de mejoras las siguientes: Incrementar la oportunidad en la entrega de los informes de gestión, Mejorar la documentación de los procesos, Incrementar los estudios de ingeniería en Planta, Optimizar la Planificación y Extracción, Mejorar las Gestiones de Transporte, Descarga y Almacenamiento y Mejorar e Incrementar la Productividad de la Operadora de Alúmina.

Mediante la utilización de la técnica de grupo nominal y la matriz de selección, de acuerdo a criterios establecidos, se determinó como principal oportunidad de mejora la relacionada a mejorar e incrementar la productividad de la Operadora de Alúmina la cual presenta situaciones problemáticas, que afectan los niveles de productividad de Lado Rojo y Lado Blanco.

Se obtuvieron subdivisiones de la oportunidad de mejora, mediante la realización de la técnica de grupo nominal, en donde se determinó como causas raíces específicas el incumplimiento de metas de Lado Rojo y Lado Blanco.

Las causas raíces fueron analizadas mediante el uso de diagramas causa efecto, y con la ponderación pertinente, se obtuvo como meta: Mejorar e Incrementar la Productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM, partiendo de la cuantificación de las Metas en Lado Rojo a un nivel del 64 % y en el Lado Blanco a un nivel de 72,5 %.

Se diseñaron las soluciones para cada causa raíz encontrada, estas soluciones están orientadas a mejorar e incrementar la productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM.

Se elaboraron planes de acciones, tanto para la ejecución del proyecto en Lado Rojo como en Lado Blanco, para se ejecutados en un tiempo estimado de doce (12) meses, como máximo para lograr resultados tangibles, aunque algunas acciones se finalizaran en seis (06) meses. Se estima disponer de los recursos necesarios, financiados con la caja de la propia empresa.

Para las fases de implantación de soluciones y acciones de garantía, sólo se plantea la ruta teórica que la metodología contempla, es responsabilidad de la administración, avanzar con la propuesta y aplicar los mecanismos que permitan la viabilidad del plan y el logro de las metas planteadas.

RECOMENDACIONES

Aplicar el contenido de los planes de acciones elaborados a fin de potenciar la mejora de la productividad de la Planta de Alúmina de CVG BAUXILUM y mejorar el cumplimiento de las metas en Lado Rojo y Lado Blanco, áreas críticas para la planta.

Incorporar personal de apoyo, como ingenieros entrenantes, estudiantes en calidad de pasantes, tesis de pregrado o postgrado que desarrollen los proyectos.

Este personal entre otras cosas, apoyará en la gestión de seguimiento, con el diseño de mecanismos para evaluar el cumplimiento global del plan, a través de la elaboración de indicadores, tablas y gráficos para transformar los resultados en información relevante para la toma de decisiones.

Automatizar el sistema de control y seguimiento del plan propuesto a fin de garantizar información oportuna para la toma de decisiones.

Generar estrategias dirigidas al personal en materia comunicacional, para sensibilizarlo y minimizar la resistencia al cambio que se presentará al momento de la implantación del proyecto.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Efectividad: se define como la “Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera” y también como “Realidad, validez”.

Eficiencia: es la “Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado” y Eficiente es el “Competente, que rinde en su actividad”

Ejecutar: llevar a cabo la realización de las actividades planificadas o no aplicadas requeridas.

Evaluar: es el análisis de la gestión de la ejecución de las actividades, planes y programas de mantenimiento, con el fin de tomar decisiones y establecer, con el fin de tomar decisiones y establecer medidas preventivas correctivas necesarias.

Gestión: conjunto de actividades desarrolladas que tienen un objetivo y tiempo definido.

Productividad: es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción.

Indicadores e índices de factor parcial o Total. En el caso de mediciones estáticas (indicadores) o dinámica (índices), podemos generar relaciones de productividad que incluyan parcialmente algunos elementos componentes de una variable, dando cabida a mediciones de factor parciales de la productividad o al considerar todos los elementos de una variable estarían en un proceso de medición de factor total de la productividad.

Estándares “temporales”. Bien sea en procesos de medición estáticos (indicadores) y (o) dinámicos (índices) estamos generando estándares para un punto o dos puntos en el tiempo. Estos valores en un proceso de medición y mejoramiento de la productividad son temporales ya que cada mejora de los indicadores de productividad lo convierte en el nuevo “estándar” a superar en tiempos posteriores.

Gerencia de la productividad. Es un proceso de medición de la eficiencia y efectividad empresarial en dos o más tiempos, por medio de indicadores e índices de productividad. Este proceder permite iniciar la fase gerencial y de evaluar la forma de como los recursos más significativos han sido utilizados dentro del proceso de transformación y los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, L. (2009). Diseño de un Plan de Acción para el Mejoramiento de la Productividad en el Proceso de Producción de Alúmina Electrofundida de C.E. Minerales de Venezuela S.A. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”. Puerto Ordaz.

Arias, F. (2006). El proyecto de investigación; “Introducción a la metodología científica”. 5ta. Ed. Caracas: Episteme.

Bavaresco, A. (2006). Proceso metodológico en la investigación; “Cómo hacer un diseño de investigación”. 5ta. Ed. Maracaibo: Universidad del Zulia.

Cantú, H. (2006). Desarrollo de una Cultura de Calidad. 3era. Ed. Caracas: McGraw-Hill Interamericana.

Chase, R.; Aquilano, N. y Jacobs, F. (2009). Administración de producción y operaciones; “Manufactura y servicios”. 8va. Ed. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Delgado Nicolás (2010) Propuesta del mejoramiento de la metodología de manufactura esbelta por medio de optimización de sistemas de manufactura y modelación de eventos discretos. Colombia Revista Iteckne ISSN: 1692-1798 ed: Editorial La Bastilla

Gómez, L. (1992). Mejoramiento continuo de calidad y productividad; “Técnicas y herramientas”. 2da. Ed. Venezuela.

Gutiérrez, H. (2005). Calidad Total y productividad. 2da. Ed. Caracas: McGraw-Hill.

Mercado, E., Díaz E. y Flores M. (1998). Productividad base de la competitividad. 1ra. Ed. México: Editorial Limusa.

Pomares, C. (2007). Proyecto de Mejora para Incrementar el Porcentaje de Arranques Exitosos de la Unidades Generadoras de la Central Hidroeléctrica Francisco de Miranda. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”. Puerto Ordaz.

Rojas, R. (1997). Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación. 2da. Ed. Puerto Ordaz: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Sabino, C. (2007). El proceso de investigación. 3era. Caracas: Panapo.

Velásquez, P. (2006). Proyecto de Mejora para Aumentar la Productividad del Sistema Férreo de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”. Puerto Ordaz.

Ackoff Russell (1993). Un concepto de planeación de empresas, México: Limusa Noriega Editores.

Francés, Antonio, (2001). Estrategia para la empresa de América Latina. Ediciones IESA. Caracas. Venezuela.

Grijalbo (1998). Diccionario del Español Actual. (1988). Caracas: Editorial Panapo.

Hitt e Ireland (1999): Administración Estratégica: Competitividad, México: Editorial: International Thomson Editores, S.A.

Koontz, H. (2002). Administración: Un Enfoque Global, México: McGraw Hill Editores.

Núñez, (2000). "Diseño de un modelo integral de productividad para la industria siderúrgica", Trabajo de grado. La Habana: Instituto Politécnico José Antonio Echeverría.

Sabino, Carlos (1994). Como hacer una tesis. Caracas. Editorial Panapo

Sabino, Carlos (1986). El proceso de investigación. Caracas. Editorial Panapo

Sumanth David, 1990. Ingeniería y administración de la productividad. Mexico: Mc Graw Hill.

<http://www.revistaespacios.com/a85v05n01/in850501.html>. Gerencia de productividad. Ing. José Guzmán (FIM- Productividad COVEP)

ANEXOS

Plan Estratégico 2014 – 2019

Objetivos Estratégicos de Mediano Plazo

