UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PARA LA TRANSPORTACIÓN DE ALUMINIO LÍQUIDO Y ÁNODOS ENTRE LAS ÁREAS DE REDUCCIÓN Y CARBÓN DE CVG VENALUM

Br. DEIRIS C. MARIN C.
V_ 18.451.226

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2012

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PARA LA TRANSPORTACIÓN DE ALUMINIO LÍQUIDO Y ÁNODOS ENTRE LAS ÁREAS DE REDUCCIÓN Y CARBÓN DE CVG VENALUM

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE SISTEMAS PARA LA TRANSPORTACIÓN DE ALUMINIO LÍQUIDO Y ÁNODOS ENTRE LAS ÁREAS DE REDUCCIÓN Y CARBÓN DE CVG VENALUM

Trabajo presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para optar por al título de Ingeniero Industrial

MSc. Ing. Iván Turmero

Tutor Académico

Ing José L. Pérez.

Tutor industrial

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2012

DEIRIS COROMOTO MARIN CASTILLO

Evaluación de Sistemas para la Transportación de Aluminio Líquido y Ánodos entre las Áreas de Reducción y Carbón de CVG Venalum

Octubre 2012

115 Páginas.

Informe de Trabajo de Grado.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial. Departamento de Entrenamiento Industrial.

Tutor Académico: MSc Ing. Iván Turmero.

Tutor Industrial: Ing. José Pérez

CAPITULOS: 1. Planteamiento del Problema. 2. Generalidades de la Empresa. 3. Marco Teórico. 4. Marco Metodológico. 5. Análisis de Situación Actual. 6. Análisis de Resultados.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador, designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "*Antonio José de Sucre*", Vice Rectorado Puerto Ordaz, para evaluar el Trabajo de Grado presentado por la Br. Deiris Coromoto Marin Castillo, con cédula de identidad N° V-18.451.226, titulado: **EVALUACIÓN DE SISTEMAS PARA LA TRANSPORTACIÓN DE ALUMINIO LÍQUIDO Y ÁNODOS ENTRE LAS ÁREAS DE REDUCCIÓN Y CARBÓN DE CVG VENALUM**, para optar al título de Ingeniero Industrial, consideramos que el mencionado Trabajo de Grado cumple con los requisitos exigidos para el efecto y por lo tanto lo declaramos **APROBADO**.

MSc. Ing. Iván Turmero	**Ing José L. Pérez.**
Tutor Académico	**Tutor industrial**
Ing. Mirella Andara	**Ing. Ali Martínez**
Jurado	**Jurado**

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2012

DEDICATORIA

- A Dios, por guiarme e iluminarme en cada paso y decisión que he tomado en mi vida.
- A mis padres, Pedro y Deiris, que ser siempre el pilar en mi familia.
- A mis hermanos Daniel, Pedro y Henry porque día a día me han acompañado, ayudado y apoyado en cada paso que he dado.
- A Julio Colmenares por ser tan especial, como el solo puede serlo, en todo momento desde que entro a mi vida y en mi corazón.
- A mi bella sobrina, Lucia Celeste, un regalo que solo Dios puedo enviar.
- A mis abuelas y abuelo, tíos, y primos que me han apoyado en mi formación como persona y ahora como profesional en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por permitirme cumplir con esta meta, y permitirme tener tan bella familia.

- A mis padres, Pedro y Deiris, por estar cada día apoyándome y ayudándome a cumplir cada una de mis metas a lo largo de mi vida, e inspirándome a seguir a delante.

- A mis hermanos, Daniel, Pedro y Henry, por siempre estar ahí y ayudarme en todo.

- A Julio Colmenares, por estar a mi lado brindándome su cariño, apoyo, ayuda y ser fuente de mi inspiración.

- A Jeomair Rodríguez, por tan valiosa colaboración y apoyarme siempre y más aun en mi carrera de ingeniería y mis pasantías.

- A mi querido profesor Iván Turmero, por ayudarme, por apoyarme y asesorarme en todo momento, en la realización de este informe.

- A Edra Hernández Y Gilmauris Baisi por su apoyo, consejos y ayuda que me ayudo a desenvolverme en mis pasantías.

- A mis compañeras de pasantía Karolyna Ocariz, María C. Bonyorni y Careli Hernández por su ayuda, palabras reconfortantes y sus momentos de humor, definitivamente hicieron mas satisfactoria mi estadía en la empresa

- A Zoriany Oviedo y Ernesto Guzmán por ayudarme en todo lo que posible, y compartir tantos momentos agradables

.

ÍNDICE GERERAL

RESUMEN ix

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 4

1.2 OBJETIVOS 8

1.2.1 OBJETIVO GENERAL 8
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

1.3 JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA 9

1.4 DELIMITACIÓN O ALCANCE 10

1.5 LIMITACIONES 10

CAPITULO II

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA 31

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 12

2.3 ESPACIO FÍSICO 13

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 13

2.4.1 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA 15
2.4.2 PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA 16
2.4.3 ÁREAS PRODUCTIVAS 17
2.4.3.1 PLANTA DE CARBÓN 17
2.4.3.2 SALAS DE REDUCCIÓN 18
2.4.3.3 PLANTA DE COLADA 18

2.5 GERENCIA INGENIERÍA INDUSTRIAL 19

2.5.1 OBJETIVO GENERAL 20
2.5.2 NATURALEZA 20
2.5.3 MISIÓN 20
2.5.4 FUNCIONES 20

CAPITULO III

3.1. VIDA ÚTIL 41

3.2. DEPRECIACIÓN CONTABLE 41

3.3 MANTENIMIENTO 24

3.4 ESTUDIO ECONÓMICO 26

3.5.1 ÍNDICES DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN 26

3.6 VIDA ÚTIL ECONÓMICA (VUE) 28

3.7. DIAGRAMA DE PARETO 29

3.8 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO 30

3.9 LAS INVERSIONES **30**
3.10 INVERSIONES CAPITALIZABLES **31**
3.11 COMPARACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN **33**
3.12 CURVA DE LA BAÑERA **33**
CAPÍTULO IV
4.1 TIPO DE ESTUDIO **20**
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA **36**
4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION Y DATOS **36**
4.4 RECURSOS **37**
4.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO **38**
CAPÍTULO V
5.1 GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL **28**
5.1.1 NATURALEZA Y ALCANCE 28
5.1.2.- MISIÓN 28
5.1.3 FILOSOFÍA 41
5.1.4 ÁMBITO FUNCIONAL 41
5.2.- REQUERIMIENTO DE EQUIPOS MÓVILES (REMOLCADORES): **45**
5.3 CONDICIÓN ACTUAL DE LOS REMOLCADORES DE LA GERENCIA CARBÓN Y GERENCIA REDUCCIÓN **46**
5.4 HISTORIAL DE FALLAS Y COSTOS ASOCIADOS **49**
5.5 ANÁLISIS DE CAUSAS DE LAS FALLAS EN LOS REMOLCADORES **52**
5.6 ANÁLISIS DE FALLAS PARA LOS TRACTORES VENIRAN DE LA GERENCIA CARBÓN Y REDUCCIÓN **54**
5.7 ANÁLISIS DE FALLAS PARA LOS REMOLCADORES TOYOTA 2H DE LA GERENCIA CARBÓN Y REDUCCIÓN **57**
5.8 ANÁLISIS DE FALLAS PARA LOS REMOLCADORES CATERPILLAR SKIDDER DE LA GERENCIA CARBÓN Y REDUCCIÓN **59**
5.9 ANÁLISIS DE FALLAS PARA LOS REMOLCADORES TIGER TAYLOR DUNN DE LA GERENCIA CARBÓN Y REDUCCIÓN **60**
5.10 COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO DE LOS REMOLCADORES DE LA GERENCIA CARBÓN Y GERENCIA REDUCCIÓN. **62**
5.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEFINIDAS EN CVG VENALUM PARA LOS EQUIPOS MÓVILES REMOLCADORES **63**
CAPÍTULO VI
6.1 EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SERVICIO. **65**
6.2 VIDA ÚTIL ECONÓMICA **69**
6.3 REQUERIMIENTO DE REMOLCADORES PARA EL POOL DE MANTENIMIENTO .. **72**
6. 4 GESTIÓN DE COMPRA DE REPUESTOS Y EQUIPOS. **74**
6.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA **75**

6.5.1 MANTENER LA SITUACIÓN ACTUAL 76
6.5.2 REMPLAZAR LOS REMOLCADORES 76
CONCLUSIONES 81
RECOMENDACIONES 84
APENDICES 86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº1. Ubicación de la Empresa 13
FIGURA Nº2: Estructura Organizativa de la empresa C.V.G VENALUM. 16
FIGURA Nº3: Proceso productivo de C.V.G Venalum 17
FIGURA Nº4: Vista de la Planta de Carbón 17
FIGURA Nº5: Celda Electrolítica 18
FIGURA Nº6: Vista de la Planta de Colada 19
FIGURA Nº7: Estructura Organizativa de la Gerencia Ingeniería Industrial 19
FIGURA Nº8: La Curva de la Bañera 34
FIGURA N° 9: Días de parada por mantenimiento de los Remolcadores mes de marzo 2011. 73

LISTA DE CUADROS

CUADRO N°1. Áreas Físicas de la Empresa 13
CUADRO No. 2: Requerimiento y Asignación de Remolcadores 45
CUADRO N°. 3: Formato de Factor Condición utilizado en CVG Venalum 47
CUADRO N°. 4: Tabulación por Conservación 48
CUADRO N°. 5: Propuesta Formato de Factor Condición 48
CUADRO N°. 6: Resumen Factor Condición Remolcadores de Gerencia Carbón y Gerencia Reducción 49
CUADRO N°. 7: Resumen de fallas de los Remolcadores de las Gerencias de Carbón y Reducción 41
CUADRO N°. 8: Frecuencia de Fallas de los Tractores Veniran por Bloque desde 55
CUADRO N°. 9: Frecuencia de Fallas de los Tractores Veniran por falla y bloque desde01/01/2011 hasta 31/12/2011 55
CUADRO N°. 10: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Toyota 2H por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011 57
CUADRO N°. 11: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Caterpillar Skidder por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011 59
CUADRO N°. 12: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Tiger Tylor Dunn por Bloque desde 01/01/2009 hasta 31/12/2011 61
CUADRO N°. 13: Costos total y Costos Promedios por Mantenimiento en los Remolcadores de Gerencia Carbón y Gerencia Reducción del periodo 01/01/2007 al 31/12/2011 62
CUADRO N°. 14: Resumen F/S Remolcadores de Carbón 66
CUADRO N°. 15: Resumen F/S Remolcadores de Reducción 68
CUADRO N°. 16: Pool de Remolcadores CVG Venalum 73
CUADRO N°. 17: Resumen Evaluación Económica Gerencia Carbón 78
CUADRO N°. 18: Resumen Evaluación Económica Gerencia Reducción 78

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº1: Diagrama Causa-efecto de fallas en los Remolcadores 52
GRÁFICO N°. 2: Diagrama de Pareto de las fallas de Tractores Veniran por Bloque desde 01/01/2011 hasta 31/12/2011 56
GRÁFICO N°. 3: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Toyota 2H por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011 58
GRÁFICO N°. 4: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Caterpillar Skidder por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011 60
GRÁFICO N°. 5: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Tiger Tylor Dunn por Bloque desde 01/01/2009 hasta 31/12/2011 61
GRÁFICO N°. 6: Resumen F/S Remolcadores de Carbón 67
GRÁFICO No. 7: Resumen F/S Remolcadores de Reducción 68
GRÁFICO No. 8: VUE de remolcadores V-273 70

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

Evaluación de Sistemas para la Transportación de Aluminio Líquido y Ánodos entre las Áreas de Reducción y Carbón en CVG Venalum

Autor: Deiris C. Marin C.

Tutor Académico: MSc Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. José Pérez.

Ciudad Guayana, Octubre de 2012

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrollo en el Taller de Equipos Industriales en conjunto con la Gerencia de Ingeniería Industrial; planteándose como objetivo general realizar una evaluación de los equipos móviles transportadores de ánodos y aluminio líquido en la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción, para ello se utilizaron herramientas como diagramas de Pareto, Ishikawa para el análisis de fallas para dar un diagnóstico de la situación actual de los equipos. La investigación se realizó como una investigación no experimental, de tipo descriptivo-evaluativo y de campo. La población al igual que la muestra está conformada por la Flota de Remolcadores de CVG VENALUM. Con los resultados obtenidos se determinó que el remplazo efectivo debe realizarse cuando los equipos tengan 3 años de edad. También se concluyó que los factores que determinan las fallas de los equipos son: el manejo indebido por parte de los operarios, el tipo de actividades que realizan, las condiciones actuales de la planta y para solventar estas fallas se diseñó un plan de acción.

Palabras claves: Evaluación económica, vida útil económica, equipos móviles, remolcadores.

INTRODUCCIÓN

El aluminio es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre (8%) y uno de los metales, de obtener, más costosos. La producción anual se cifra en unos 33,1 millones de toneladas a nivel mundial. En Venezuela, a pesar de ser un país reconocido por la alta producción de petróleo, también, se destaca por la producción de otros minerales muy comercializados, así como el aluminio; la Región de Guayana se destaca debido a la cantidad de mineral existente para esta producción, la cual es dirigida por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG).

La empresa CVG VENALUM se encarga de la producción del aluminio primario a través de un proceso llevado a cabo en celdas electrolíticas, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio). La planta industrial consta de áreas siguientes: la Planta de Carbón, Planta de Colada, Planta de Reducción e Instalaciones Auxiliares.

En la Planta de Carbón se producen los ánodos verdes en el área de Molienda y Compactación los cuales son enviados a Hornos de Cocción donde se mejoran sus propiedades físicas y mecánicas, seguidamente son llevados a las salas de envarillado donde son acoplados a varillas conductoras, para luego ser trasladados a las salas de Reducción donde es producido el aluminio liquido y finalmente ser enviados a Colada donde se producen los lingotes y cilindros de aluminio.

La mayoría de estos traslados son realizados por remolcadores, convirtiéndose, de este modo, en equipos fundamentales e imprescindibles para el funcionamiento y realización de las actividades de producción necesarias para la obtención de aluminio en la empresa.

CVG Venalum tiene una Gerencia de Ingeniería Industrial que se encarga de la evaluación económica y financiera de las inversiones necesarias a realizar en la empresa de equipos, líneas de producción, construcciones, entre otros.

Actualmente la Gerencia Mantenimiento Industrial presenta retrasos en la producción por la ausencia de equipos móviles y las fallas de los operativos en la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción; razón por lo cual nace la necesidad de realizar una evaluación de los equipos móviles (remolcadores) que trasladan los ánodos y aluminio líquido en las Gerencias nombradas.

Con la realización de este estudio se obtendrán las condiciones y causas que originan esta situación y la propuesta económica más factible para la empresa.

El presente informe se encuentra constituido por 6 capítulos distribuidos de la siguiente manera:

Capítulo I. El Problema, abarca la definición de la problemática actual, los factores asociados, los objetivos del trabajo tanto el general como específicos, la justificación o importancia, la delimitación y alcance que se planteo durante el estudio.

Capítulo II La empresa, consta de la descripción de la empresa, el área donde se llevó a cabo la investigación y los diversos procesos referentes al proyecto.

Capítulo III. Marco Teórico, consta de los términos, y fundamentos teóricos que sirven de respaldo para la investigación.

Capítulo IV. Aspectos Procedimentales, menciona las actividades ejecutadas, las técnicas e instrumentos de recolección de información.

Capitulo V. Se refiere a la Situación Actual que se presentan los remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción.

Capítulo VI. Resultados, plantea el análisis de los resultados obtenidos y las opciones de solución. Y por último la emisión de conclusiones, recomendaciones, y como material complementario la lista de referencia, los anexos y apéndices.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capitulo se realiza una breve descripción del problema de estudio, justificación, delimitación y objetivos planteados para la solución de dicho problema.

1.1 Planteamiento del Problema.

CVG VENALUM tiene como principal objetivo la producción y comercialización de aluminio primario y sus aleaciones en distintas formas (lingotes y cilindros), utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio) con altos estándares de calidad, destinando la mayor parte de la producción al consumo nacional.

Dentro del proceso de producción de la planta industrial existen diferentes áreas, como lo son: la Planta de Carbón, Planta de Colada, la Planta de Reducción, e Instalaciones Auxiliares, que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la empresa. La Planta de Carbón y las instalaciones que la conforman (Molienda y Compactación, Hornos de Cocción y Envarillado de Ánodos) junto a la Planta de Reducción (Complejo I, Complejo II y V Línea) sirven de apoyo en el núcleo vital de sus operaciones.

El mejoramiento continúo es necesario para cumplir los estándares de calidad, llevando a la empresa a la realización de inversiones capitalizables como: adquisiciones, construcciones, remplazos, ampliaciones, entre otros;

los cuales permiten mantener la continuidad operativa de la empresa y minimizar desviaciones en los procesos.

Entre las inversiones capitalizables que realiza CVG Venalum, se encuentran los equipos móviles industriales y dentro de estos los remolcadores, que tienen asignada una vida útil de cinco (5) años. Estos últimos equipos cumplen un rol fundamental para la producción del aluminio, porque son necesarios para realizar diferentes actividades de traslado, que forman parte importante del proceso productivo del aluminio. La empresa actualmente dispone de una flota de treinta y dos (32) remolcadores, de los cuales quince (15) están en las áreas y diecisiete (17) en el Pool (equipos adicionales o de respaldo) de acuerdo a la planificación.

El área de Carbón cuenta con siete (7) remolcadores, equipos que son necesarios, puesto que con ellos se trasladan los ánodos que se cargan y descargan de los Hornos de Cocción y los ánodos ya acoplados a varillas, que se ensamblan en el área de Envarillado para ser enviados a las Salas de Reducción para poder llevar a cabo el proceso electrolítico en las celdas.

En Reducción, área donde se reduce la alúmina para obtener aluminio primario, se cuenta con siete (7) remolcadores que son requeridos para el traslado de crisoles hacia el área de colada donde el aluminio obtenido en las celdas se vierte en los hornos de retención y una vez que el proceso es completado, se genera el producto destinado para la venta en los mercados.

Actualmente, se observa baja disponibilidad de los equipos móviles (remolcadores) en las áreas, esto se evidencia en que de un estándar de veintiún (21) equipos, solo se encuentran operativos diez (10) en las áreas, debido a diferentes factores:

- Manejos inadecuados por los operadores. El uso como transporte por las instalaciones de la empresa, cuando los equipos deben ser

utilizados exclusivamente para el traslado de materiales y no de uso personal por los trabajadores, para movilizarse entre las distintas áreas de la empresa. Uso de los equipos a altas velocidades, inclusive por áreas en mal estado, incidiendo en el deterioro de los equipos como en el caso de un tractor, el cual fue destrozado quedando fuera de servicio teniendo este equipo poco tiempo operativo.

- Falta de stock mínimo en almacén debido a retrasos para cubrir los requerimientos por parte de compras para la adquisición de repuestos, ocasionando retrasos en los mantenimientos, trayendo como consecuencia desmantelamiento de equipos, dado que cuando se encuentra más de un equipo parado por falta de repuestos, uno de estos tiende a ser utilizado para removerle sus piezas en buen estado e instalarlas a los equipos que lo requieran y de esta manera mantener operativos el mayor numero de remolcadores que sea posible y así garantizar el cumplimiento de las operaciones.
- Se encuentran equipos que han superado su vida útil (5 años) superando los siete (7) años operativos debido a la baja disponibilidad de remolcadores lo cual implica altos costos por mantenimiento, así como equipos que no han alcanzado su vida útil cuando es requerido su remplazo prematuro lo que significa un costo para la empresa porque su inversión inicial aún no se ha depreciado completamente esto se debe al uso indebido de equipos que no cuentan con las especificaciones técnicas adecuadas, provocando el deterioro de los mismos. Tal como en el caso de la falta de Skidder en V Línea que obligó a usar otros equipos que no tienen la capacidad suficiente de arrastre en la subida que está en esta vía, por lo que se ha podido evidenciar una disminución considerable en las condiciones operativas de los mismos.
- Se pudo evidenciar que para poder cubrir los requerimientos de las áreas muchas veces se toma un largo tiempo ya que los procesos de

compras son muy lentos, como en el caso de los requeridos para el año 2010, para este año se realizó el estudio técnico-económico de los requerimientos de los remolcadores por las áreas productivas donde se recomendó remplazar los seis (6) equipos solicitados, lo cual hasta la fecha actual no se ha cumplido.

- Fallas continuas y prolongadas en los equipos trayendo como consecuencia altos tiempo de parada por mantenimiento, ocasionando incumplimiento en los planes de producción de la planta por falta de equipos para trasladar los materiales, afectando de manera directa la productividad de la empresa y los costos.
- Se tienen remolcadores Toyota 2H y Shinko, modelos que se han utilizado desde hace bastante tiempo, pero por inconvenientes con la fábrica de Toyota se adquirieron otras marcas tales como Tiger Taylor Dunn que fueron colocadas en prueba, así como Einsa y Trowin equipos adquiridos para reemplazar al Shinko; pero aún no han codificado sus repuestos por estar a prueba, se han presentado las carencias y faltas de repuestos y mantenimiento de estos equipos.
- Además de haber adquirido la empresa otras marcas de remolcadores, estos han sido sustituidos por tractores por la necesidad en planta para poder desarrollar todas las actividades, sin embargo se ha notado que estos equipos no se encuentran acondicionados para las operaciones de la planta debido a sus características físicas las cuales resultan poco idóneas para los operadores al momento de operarlos; no obstante han resultado útiles en el desarrollo de las actividades desde el punto de vista productivo por la baja disponibilidad de las otras marcas en el área.

Por esta razón nace la necesidad por parte de la Gerencia de Ingeniería Industrial realizar un estudio de los equipos móviles, para identificar las posibles causas que han ocasionado esta situación y de ese modo plantear las posibles medidas para solventar este problema, tal como realizar un

estudio económico de las alternativas de inversión, con el propósito de contribuir en la minimización los costos de mantenimiento, el número de Órdenes de Trabajo originadas y las horas de parada , lo cual conlleva a mejoras en los parámetros operativos y de mantenimiento de los remolcadores.

1.2 Objetivos

Para el desarrollo del presente trabajo se planteó cumplir los objetivos que se enuncian a continuación:

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el sistema de transportación de aluminio líquido y ánodos entre las Áreas de Carbón y Reducción de CVG Venalum.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación y condiciones actuales de los Remolcadores existentes en las Gerencia Carbón y Reducción de CVG Venalum.
- Evaluar los indicadores de mantenimiento referentes a remolcadores en las áreas de Carbón y Reducción de CVG Venalum.
- Evaluar la vida útil económica de los remolcadores pertenecientes a las Gerencias Carbón y Reducción CVG Venalum.
- Determinar el requerimiento de Remolcadores para el Pool de Mantenimiento que garanticen la disponibilidad de los equipos de las Gerencias Carbón y Reducción en CVG Venalum.

- Evaluar la gestión de adquisición y/o remplazos efectivos de equipos (remolcadores) y repuestos para las áreas de Carbón y Reducción de CVG Venalum.

- Realizar la evaluación económica de distintas alternativas de inversión para el cumplimiento de requerimientos en las áreas de Carbón y Reducción.

- Elaborar un plan de acciones en función de las fallas presentadas en los remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción.

1.3 Justificación o Importancia

La Gerencia Ingeniería Industrial siempre en búsqueda de optimizar los recursos de la empresa con la finalidad de aumentar la rentabilidad y beneficios de la misma, se dedica a realizar estudios técnicos y económicos de las diversas inversiones que presentan diferentes áreas de la empresa, que son necesarias para la toma de decisiones técnicas y económicas más favorables. Dado que los remolcadores son vitales para el funcionamiento de la empresa, ya que son el único medio de transporte de los ánodos a las salas de Reducción y del aluminio líquido a los hornos de Colada, y sin estos traslados es imposible llevar a cabo el proceso productivo de la empresa; fue necesario realizar una evaluación de estos para confirmar las causas reportadas, que ocasionan las fallas más frecuentes en los equipos, con el objetivo de proponer ciertas recomendaciones que aporten en su disminución y de los altos costos de mantenimiento; y de este modo, determinar todos los factores que influyen la situación actual de los remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción en CVG Venalum. De igual forma, el estudio servirá para constatar cual podría ser la alternativa de inversión más favorable para

la empresa, desde el punto de vista económico para cubrir los requerimientos de la misma.

1.4 Delimitación o Alcance

La evaluación de los Remolcadores de ánodos y aluminio líquido, se basó en la evaluación de los requerimientos de equipos en las áreas y pool; la vida útil económica de los equipos; los indicadores de mantenimiento, la gestión de almacén de los repuestos y la gestión de compra de los Remolcadores asignados a las áreas de Carbón y Reducción en CVG Venalum.

1.5 Limitaciones

Durante el desarrollo de la investigación se encontró como limitación:

- La falta de unidades de transporte en la empresa, que trae como consecuencia el incumplimiento de algunas rutas debido a que muchos de los autobuses se encuentran fuera de servicio complicando el traslado del personal a la empresa y en ocasiones a la hora de salida de la misma. Factor el cual complicó el seguimiento de los remolcadores en distintas ocasiones.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Reseña histórica de la empresa

La Industria Venezolana de Aluminio, C.A. (CVG Venalum), se constituyó el 29 de agosto de 1973, con el objeto de producir aluminio primario en diversas formas con fines de exportación. Convirtiéndose en una empresa mixta, con una capacidad de 150.000 t/año y un capital mixto de 34.000 millones de bolívares; donde el 80 por ciento fue suscrito por seis empresas japonesas y el 20 por ciento restante de la Corporación Venezolana de Guayana.

Posteriormente, la propuesta fue considerada por el Ejecutivo Nacional y para Octubre de 1974 CVG VENALUM amplía su capacidad a 280.000 Tm/año y se negocia con los socios japoneses, no sólo el incremento del capital social, sino también un cambio estructural que favorece a Venezuela, tomando CVG posesión del 80 por ciento de las acciones, mientras que la participación japonesa se reduce al 20 por ciento.

La primera línea de celdas fue puesta en marcha el 27 enero de 1975 y terminada en diciembre de 1978 y la última línea de las primeras cuatro (04) se comenzó el 27 de octubre de ese mismo año. En 1977 se inicia el funcionamiento de la planta de cátodos y el muelle de carga y descarga sobre el margen del Río Orinoco para atracar barcos de hasta 30.000 toneladas. El 27 de enero de 1978 arranca la celda 302 de la Sala 3, Línea II. Al día siguiente se produce aluminio por primera vez en Venalum.

El alcance de expansión de CVG VENALUM apunta a ampliar sus operaciones con la construcción de las VI y VII Líneas de reducción, una Planta de Carbón, una Sala de Colada, una Planta de Extrusión, un Sistema de manejo y Almacenamiento de Materia Prima, la ampliación de la capacidad del Muelle, Gestión ambiental, Servicios Industriales, instalaciones auxiliares, edificaciones anexas y desarrollo del urbanismo industrial completo.

2.2 Ubicación geográfica

C.V.G VENALUM está ubicada en la Av. Fuerzas Armadas, Zona Industrial Matanzas, Ciudad Guayana - Estado Bolívar, Venezuela (ver figura N°1). La escogencia de la zona de Guayana, se debe a los privilegios y virtudes de esta región:

- ✓ Integrada por los Estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazonas, esta zona geográfica ubicada al sur del Río Orinoco y cuya porción de 448.000 km^2 ocupa exactamente la mitad de Venezuela, reúne innumerables recursos naturales.

- ✓ El agua constituye el recurso básico por excelencia en la región Guayana, teniendo grandes vertientes como lo son los Ríos Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros.

La presa “Raúl Leoni” en Gurí, con una capacidad generadora de 10 millones de Kw, es una de las plantas hidroeléctricas de mayor potencia instalada en el mundo, y su energía es requerida por las empresas de Guayana, para la producción de acero, alúmina, aluminio, mineral de hierro y ferro silicio.

- ✓ La navegación a través del Río Orinoco en barcos de gran calado en una distancia aproximada de 184 millas náuticas (314km) hasta el Mar Caribe.

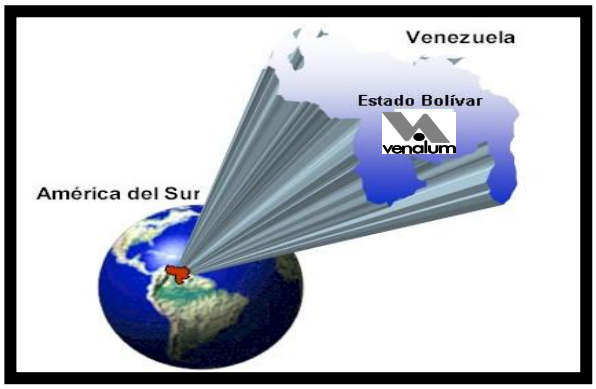


FIGURA Nº1. Ubicación de la Empresa

Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

2.3 Espacio Físico

La empresa cuenta con un área suficiente para su infraestructura actual y para desarrollar más en su futuro. La distribución de la misma está representada de la siguiente manera en la tabla N°1:

CUADRO N°1. Áreas Físicas de la Empresa

ÁREA	DIMENSIONES
Total	**1.455.634,78 m^2**
Techada (Edificio Industrial)	233.000 m^2
Construida (Edificio Administrativo)	14.808 m^2
Verdes	40 Ha.
Carreteras	10 Km.

Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

2.4 Descripción de la empresa

La empresa C.V.G Venalum ha tenido como propósito la producción de aluminio primario utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio) mediante el uso de celdas

electrolíticas, el cual es destinado a satisfacer el mercado tanto nacional como internacional de manera competitiva. Desde su inauguración se ha convertido paulatinamente en uno de los pilares fundamentales de la economía venezolana, siendo a su vez en su tipo una de las más grandes de Latinoamérica, con una capacidad instalada de 430.000 TM por meses. Posee una fuerza laboral de 30.753 trabajadores aproximadamente y cuenta con el apoyo de 93 cooperativas, así como de 25 empresas contratistas con una de las instalaciones más modernas del mundo, y la certificación de la Norma ISO 9001-2000 en sus áreas medulares de producción: Colada, Reducción y Carbón lo que la posiciona como una industria que satisface los requerimientos de sus clientes.

El proceso de producción de aluminio consiste en separar el oxígeno de la alúmina para producir aluminio en estado líquido, estando inmerso en un baño electrolítico bajo los efectos de una corriente eléctrica directa suministrada por una fuente externa, la cual circula desde un ánodo o polo positivo hacia un cátodo o polo negativo. El oxígeno se combina con el carbono contenido en el ánodo y forma gas carbónico el cual se libera mientras que el aluminio se precipita y se deposita en el fondo del cátodo en estado líquido.

Actualmente C.V.G VENALUM está constituida por tres complejos de celdas: Complejo I, Complejo II y V línea. Los Complejos I y II están conformados por celdas P-19 de tecnología Americana Reynolds, cada uno con dos líneas de 180 celdas y la V línea conformada por celdas de tecnología noruega Hydroaluminium con una línea de 180 celdas electrolíticas para finalmente constituir un total de 900 celdas de reducción sin incluir las 5 celdas prototipo V-350. Las celdas V-350 ubicadas en V línea es un proyecto concebido por ingenieros venezolanos de C.V.G VENALUM quienes basándose en las tecnologías existentes y desarrollo de los modelos electromagnéticos, térmicos, mecánico estructurales, así como los sistemas automatizados,

lograron diseñar esta celda que supera los índices de productividad conocidos.

Dentro del proceso de producción de la planta industrial, existen mecanismos de alimentación que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: La Planta de Carbón, Planta de Colada, Planta de Reducción e instalaciones auxiliares.

2.4.1 Estructura organizativa de la empresa

La estructura organizativa de C.V.G VENALUM es de tipo lineal y de asesoría, donde las líneas de autoridad y responsabilidad se encuentran bien definidas, actualmente fue restructurada y aprobada por la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) el 28 de febrero del año 2004, y que actualmente ha sufrido ciertas modificaciones en beneficio de la gestión y el desarrollo debido a la disolución de la industria aluminios de Venezuela, está constituida por Gerencias administrativas y operativas. En la siguiente gráfica se muestra cada unidad de la organización de C.V.G VENALUM. Para tener mayor conocimiento de las unidades que conforman la empresa C.V.G. Venalum, se muestra su estructura organizativa (ver figura N°2).

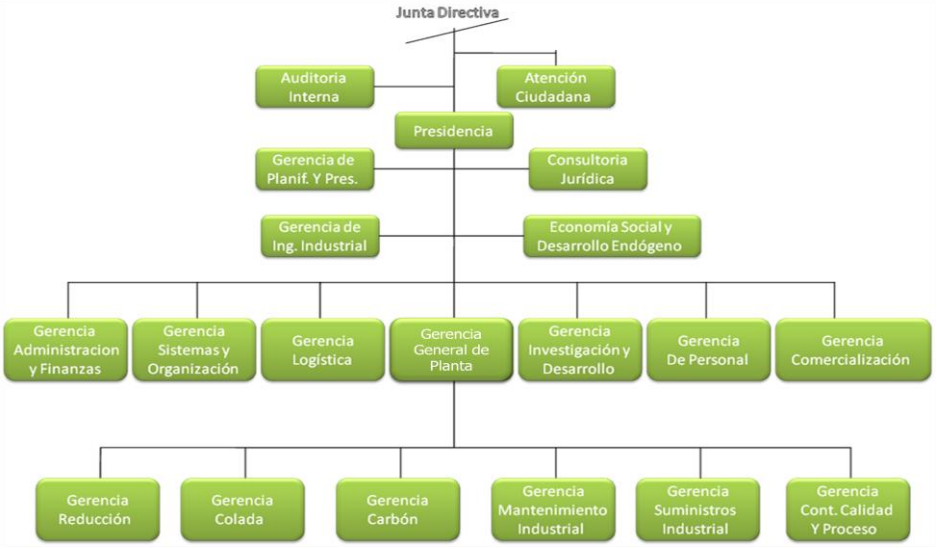


FIGURA Nº2: Estructura Organizativa de la empresa C.V.G VENALUM.
Fuente: Intranet CVG Venalum

2.4.2 Proceso productivo de la empresa

El proceso productivo de CVG Venalum es de la siguiente manera(ver figura N°3):

FIGURA Nº3: Proceso productivo de C.V.G Venalum

Fuente: intranet CVG Venalum

2.4.3 Áreas Productivas

A continuación se hará una breve reseña de las áreas vitales que forman parte del núcleo productivo de la empresa C.V.G Venalum:

2.4.3.1 Planta de Carbón

Esta planta se encarga de la producción de ánodos envarillados y suministro de baño electrolítico, en condiciones de calidad, cantidad y oportunidad requerida en el proceso de producción de aluminio (ver figura N°4). **En Carbón se fabrican los ánodos y la pasta catódica que hace posible el proceso electrolítico, dividido en tres (3) áreas:**

- ✓ **Molienda y Compactación.**
- ✓ **Hornos de Cocción.**
- ✓ **Sala de Envarillado.**

FIGURA Nº4: Vista de la Planta de Carbón

Fuente: Curso de inducción CVG Venalum

2.4.3.2 Salas de Reducción

En esta área se realiza la reducción de la alúmina para obtener aluminio primario, El área de reducción comprende 5 líneas, 720 de tecnología Reynolds y 180 de tecnología Hydro Aluminium, para un total de 900 Celdas.

Adicionalmente existen 5 Celdas de tipo V-350 desarrolladas por ingenieros venezolanos de la empresa. La capacidad nominal de la planta es 430.000 toneladas anuales. El funcionamiento de las celdas electrolíticas, así como la regulación y distribución del flujo de corriente eléctrica, son supervisados por un sistema computarizado que ejerce control sobre el voltaje, la rotura de costra, la alimentación de alúmina y el estado general de las celdas(ver figura N°5).

FIGURA Nº5: Celda Electrolítica
Fuente: Curso de inducción CVG Venalum

2.4.3.3 Planta de Colada

En esta área el aluminio líquido obtenido en las Celdas de reducción, es trasegado y transferido en crisoles que luego son llevados a la Sala de Colada, donde se elaboran los productos terminados (ver figura N°6). El aluminio se vierte en los hornos de retención y se le agregan, si es requerido por los clientes, los elementos aleantes que necesitan algunos productos. Cada horno de retención determina la colada de una forma específica: lingotes de 10kg, 22Kg y 680Kg, cilindros para extrusión y metal líquido. Una

vez que el proceso es completado el aluminio está listo para la venta en los mercados**.**

FIGURA Nº6: Vista de la Planta de Colada
Fuente: Curso de inducción CVG Venalum

2.5 Gerencia Ingeniería Industrial

Es una unidad staff adscrita a la Presidencia. Tiene como misión suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería de Métodos e Ingeniería Económica que garanticen la calidad y conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa así como la mejora continua de sus procesos (ver figura N°7).

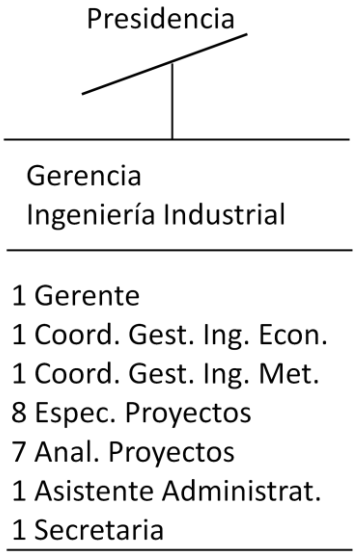


FIGURA Nº7: Estructura Organizativa de la Gerencia Ingeniería Industrial
Fuente: intranet CVG Venalum

2.5.1 Objetivo General

La Gerencia Ingeniería Industrial, tiene como objetivo suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería económica y métodos, que garanticen la calidad y que conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa, así como la mejora continua de los procesos.

2.5.2 Naturaleza

Es una unidad funcional de staff adscrita directamente a la Presidencia de La Empresa.

2.5.3 Misión

Suministrar servicios de asistencia técnica en materia de ingeniería de métodos e ingeniería económica que conlleven a la racionalización y/o optimización en el uso de los recursos.

2.5.4 Funciones

- Asegurar la asistencia técnica requerida para diseño e implementación de métodos de trabajo, prácticas de trabajo, operativas y de mantenimiento dirigidas al funcionamiento constante y sostenido de la productividad; así como la eliminación de esfuerzos.

- Asegurar la asistencia técnica para la determinación de las alternativas de inversión rentables cónsonas con la naturaleza y misión de la empresa y adecuada capacidad técnica y administrativa.

- Determinar la fuerza laboral óptima de las diferentes áreas de producción y servicios a fin de estandarizar, racionalizar y optimizar el uso de los mismos.

- Proponer el desarrollo de proyectos de mejoras que permitan la evaluación de áreas de oportunidad que ameriten atención especializada de las áreas bajo su dependencia.

- Realizar estudios y análisis de factibilidad que permita determinar la realidad técnica y económica de los proyectos planteados, incluyendo objetivos, alcances, antecedentes, beneficios que se esperan y costos estimados de inversión.

- Evaluar los métodos de trabajo implantados a los fines de verificar efectividad y eficiencia y corregir las desviaciones a que hubiere lugar.

- Determinar los estándares básicos de producción, mano de obra y gastos, para llevar un mejor control sobre la función y utilización de los mismos y facilitar la gestión gerencial.

- Asistir a la presidencia de CVG VENALUM, en la revisión de precios unitarios de las solicitudes de pago de servicio, mediante el análisis de Costo – Beneficio a través de la aplicación de los modelos matemáticos, a fin de garantizar su consistencia y facilitar la toma de decisiones.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos que serán de importancia para la realización del presente trabajo, describiendo cada uno de los puntos y términos que se consideraron necesarios al momento del desarrollo del mismo.

3.1. Vida Útil

- A menudo es difícil estimar la vida útil y el valor de desecho o de recuperación de un activo fijo, pero es necesario determinarlo antes de poder calcular el gasto de depreciación para un período. Por lo general, una compañía estima la vida útil de acuerdo con la experiencia previa obtenida con activos similares de propiedad de la empresa. Las autoridades fiscales y las distintas agrupaciones mercantiles establecen pautas para llegar a estimaciones aceptables.

3.2. Depreciación Contable

La depreciación es un reconocimiento racional y sistemático del costo de los bienes, distribuido durante su vida útil estimada, con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad operativa o productiva del ente público. Su distribución debe hacerse empleando los criterios de tiempo y productividad, mediante uno de los siguientes métodos: línea recta, suma de los dígitos de

los años, saldos decrecientes, número de unidades producidas o número de horas de funcionamiento, o cualquier otro de reconocido valor técnico, que debe revelarse en las notas en los estados contables

La depreciación indica el monto del costo o gasto, que corresponde a cada período fiscal. Se distribuye el costo total del activo a lo largo de su vida útil al asignar una parte del costo del activo a cada período fiscal.

El cómputo de la depreciación de un período debe ser coherente con el criterio utilizado para el bien depreciado, es decir, si este se incorpora al costo y nunca es revaluado. La depreciación se calcula sobre el costo original de adquisición, mientras que si existieron revalúo, debe computarse sobre los valores revaluados. Este cálculo deberá realizarse cada vez que se incorpore un bien o mejora con el fin de establecer el nuevo importe a depreciar.

Por otro lado, debe considerarse el valor residual final o valor recuperable que será el que tendrá el bien cuando se discontinúe su empleo y se calcula deduciendo del precio de venta los gastos necesarios para su venta, incluyendo los costos de desinstalación y desmantelamiento, si estos fueran necesarios.

Para calcular la depreciación imputable a cada período, debe conocerse:

1. Costo del bien, incluyendo los costos necesarios para su adquisición.

2. Vida útil del activo que deberá ser estimada técnicamente en función de las características del bien, el uso que le dará, la política de mantenimiento del ente, la existencia de mercados tecnológicos que provoquen su obsolescencia, etc.

3. Valor residual final.

4. Método de depreciación a utilizar para distribuir su costo a través de los períodos contables.

3.3 Mantenimiento

Se refiere al uso de un conjunto de prácticas técnico-gerenciales aplicadas a los bienes físicos, a fin de garantizar su utilización con máxima productividad y al menor costo.

- **Mantenimiento Preventivo:** son acciones de mantenimiento programado, ejecutadas de manera que no afecten la producción de forma imprevista. Se realiza antes de la ocurrencia de la falla, con un máximo aprovechamiento de la vida útil del equipo.

- **Mantenimiento Correctivo:** son acciones de mantenimiento que se ejecutan luego de haber ocurrido la falla. Se clasifican en dos tipos:

  - **Mantenimiento Correctivo de Emergencia:** es la acción correctiva sobre una falla que obtiene el proceso productivo.

  - **Mantenimiento Correctivo Programado:** es la acción correctiva sobre una falla que no detiene el proceso productivo y por lo tanto se puede programar.

- **Mantenimiento Rutinario:** son trabajos aplicados frecuentemente para alargar la vida útil de los equipos. Los trabajos más comunes y que caracterizan este mantenimiento son: Lubricación, Inspección, Prueba, Ajuste y Limpieza.

3.3.1 Parámetros o indicadores de Mantenimiento

Son elementos que permiten determinar la forma en que está funcionando un equipo y el estado de vida útil del mismo. Estos parámetros son:

• **Confiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo no falle mientras está en servicio durante un periodo de tiempo dado (TPO).

• **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que un equipo que ha fallado pueda ser reparado dentro de un período de tiempo dado. Está caracterizada por el tiempo promedio para reparar (TPPR).

• **Disponibilidad:** se puede definir como la probabilidad de que un equipo esté disponible para su uso durante un período de tiempo dado. Se puede calcular a partir de los índices “Razón de Servicio” y “Factor de Servicio”. La razón de servicio depende de los tiempos de operación que caracteriza a la confiabilidad y de los tiempos para reparar que definen a la mantenibilidad, de aquí se deduce que la disponibilidad es función de los parámetros estadísticos anteriormente nombrados. Representa aquella fracción de tiempo total durante la cual el equipo es operable.

Probabilidad de que un equipo esté disponible durante un período de tiempo dado. Para conocer la disponibilidad se requiere calcular el tiempo disponible de operación, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$TDO = TTP - TTM$$

Donde;
TDO: Tiempo Disponible de Operación.
TTP: Tiempo Total del Período.
TTM: Tiempo Total de Mantenimiento.
Luego se calcula el tiempo promedio entre faltas:

$$TPEF = \frac{TDO}{NF} + 1$$

Donde;
TPEF: Tiempo Promedio Entre Fallas.

TDO: Tiempo Disponible de Operación.

NF: Número de Fallas, con respecto al mantenimiento correctivo.

Además se calcula el tiempo promedio para reparar, con la siguiente ecuación,

$$TPPR = \frac{tiempo\ correctivo}{N°\ de\ Fallas}$$

Por lo que se tiene que la Disponibilidad es la siguiente:

$$Disponibilidad = \frac{TPEF}{(TPEF + TPPR)}$$

3.4 Estudio Económico

Esta parte se propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la Tasa Interna de Rendimiento y el Valor Presente Neto; se anotan sus limitaciones de aplicación y son comparados con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica.

La evaluación económica es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica; y allí radica su importancia.

Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

3.5.1 Índices De Rentabilidad De La Inversión

Las principales herramientas y metodologías que se utilizan para medir la bondad de un proyecto son:

a. CAUE: Costo Anual Uniforme Equivalente.

b. VPN: Valor Presente Neto.

c. VPNI: Valor Presente Neto Incremental.

d. TIR: Tasa Interna de Retorno.

e. TIRI: Tasa Interna de Retorno Incremental.

f. B/C: Relación Beneficio Costo.

g. PR: Período de Recuperación.

h. CC: Costo Capitalizado.

Todos y cada uno de estos instrumentos de análisis matemático financiero deben conducir a tomar idénticas decisiones económicas, la única diferencia que se presenta es la metodología por la cual se llega al valor final, por ello es sumamente importante tener las bases matemáticas muy claras para su aplicación. En ocasiones utilizando una metodología se toma una decisión; pero si se utiliza otra y la decisión es contradictoria, es porque no se ha hecho una correcta utilización de los índices.

En la aplicación de todas las metodologías se deben tener en cuenta los siguientes factores que dan aplicación a su estructura funcional:

• **I:** Costo inicial o Inversión inicial.

• **n:** Vida útil en años.

• **VS:** Valor de salvamento.

• **CAO:** Costo anual de operación.

• **CAM:** Costo anual de mantenimiento.

• **IA:** Ingresos anuales.

3.6.1 Valor Presente Neto (Vpn)

Es el pago único de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pago e ingresos futuros.

El método de Valor Presente también se puede definir como una herramienta económica muy utilizada, debido a que los gastos o los ingresos futuros se transforman en bolívares o dólares equivalentes de ahora, es decir, todos los flujos futuros de efectivo asociados con alguna alternativa se convierten en bolívares o dólares presentes.

3.5.2 Costo Anual Uniforme Equivalente (Caue)

Esta herramienta financiera indica que todos los ingresos y desembolsos (irregulares o uniformes) deben convertirse en una cantidad anual uniforme equivalente, que es la misma cada período.

Cuando la información disponible indica que los flujos de efectivo estimados no serán los mismos en los ciclos de vida siguiente, entonces se elige un período de estudio o un horizonte, a menos que se especifique de otra forma, se supone que todos los costos futuros cambiarán con exactitud de acuerdo con la tasa de inflación o deflación para esa época.

3.5.3 Tasa Interna De Retorno

Es la tasa de interés pagada sobre saldos insolutos de dinero tomando en préstamo la tasa de interés ganada sobre saldo no recuperado de una inversión (préstamo, de tal manera que el pago o el ingreso final, lleva el saldo a cero, considerando el interés (ganado o adecuado).

3.6 Vida Útil Económica (Vue)

La vida útil económica (VUE) es el número de años ***n*** en que son mínimos los costos del valor anual (VA) uniforme equivalente, tomando en

consideración las estimaciones del costo más vigentes, durante todos los años que el activo pudiera suministrar el servicio.

A la VUE se le conoce también como vida económica o vida de costo mínimo. Una vez que se determina, la VUE debería ser la vida estimada del activo aplicada a un estudio de ingeniería económica, si sólo se consideran los aspectos económicos. Cuando han pasado n años, la VUE indica que el activo debería remplazarse para minimizar los costos totales.

3.7. Diagrama De Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

1. Decidir el problema a analizar.

2. Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.

3. Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.

4. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.

5. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.

6. Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.

7. Dibuje la curva acumulada. Para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente una los puntos con una línea continua.

8. Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama.

3.8 Diagrama Causa – Efecto

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista.

En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa (DI) es una manera de identificar las fuentes de variabilidad. Para confirmar si una posible causa es una causa real, se recurre a la obtención de datos o al conocimiento que se tiene sobre el proceso.

3.9 Las Inversiones

Una inversión, es la disposición de cierta cantidad de dinero para el desarrollo de un proyecto o para la adquisición de algún equipo. Las inversiones deben aportar un beneficio mesurable, ya sea en dinero o en el mejoramiento de las operaciones de la empresa.

3.10 Inversiones Capitalizables

Es toda inversión que tienda a incrementar el valor de los activos fijos de la empresa, que se justifiquen y permitan lograr los objetivos trazados, contemplándose entre dichas operaciones las siguientes:

• Construcciones y adquisiciones originales: Compra o construcción de un activo fijo nuevo que no existe en la empresa.

• Ampliaciones: Son adiciones a las áreas de trabajo o en cantidad de unidades similares de activos fijos existentes. Son realizadas debido a incrementos futuros en la producción para poder cumplir con los compromisos de ventas contemplados dentro del plan operativo de ventas, definiéndose la capacidad necesaria para cumplir con los compromisos, este tipo de inversión se cataloga como generadora de ingresos, debido a que su propia operación genera bienes, los cuales pueden ser transables para las ventas a terceros.

• Remplazo: Comprende la sustitución total de un activo fijo que es inapropiado para prestar un rendimiento eficiente en condiciones normales de operación, por otro activo fijo en condiciones óptimas para cumplir su cometido.

• Reconstrucciones: Consiste en la modificación y reparación total y otros cambios que puedan ser efectuados a los activos existentes, de tal manera que se puedan mejorar las condiciones de trabajo, incrementar la vida útil del activo y buscando disminuir los gastos de la empresa.

• Adquisiciones: Se refiere a la compra de un activo que la empresa no posee, bien sea para mejorar un proceso y las condiciones de trabajo, así como también la adición de nueva tecnología al equipo existente, es por tal

razón que se considera a la obsolescencia como causante de la adquisición de equipos para la empresa.

• Mejoramiento: Comprende modificaciones de áreas, para lograr la combinación de las operaciones que mejoren las condiciones de trabajo, por cuento hay una reducción del costo de la operación o una mejora general que justifica un incremento del activo. Reparaciones extraordinarias, reconstrucciones totales, remplazos parciales u otros cambios efectuados a los activos existentes, dando como resultado un aumento de la eficiencia, productividad y calidad del activo fijo, mejora en su vida útil promedio prevista, o una reducción de costos.

• Adiciones: Toda construcción o adquisición de bienes similares a activos fijos existentes en la empresa.

Una inversión puede ser evaluada a través de los siguientes aspectos:

1. Medición de la utilidad o rendimiento en las ventas.

2. Medición del rendimiento sobre la inversión.

3. Flujo de efectivo.

El método del flujo de efectivo o flujo de caja descontado, determina el cociente del valor actual del flujo de efectivo, basado en la tasa (%) de rendimiento deseado, y el monto de la inversión. Esta forma de evaluación es la más utilizada en la empresa CVG VENALUM para determinar la factibilidad de los proyectos de inversión; lo cuales, deben adaptarse y responder a las verdaderas necesidades de la empresa y, a la vez maximizar el valor actual de los activos de los accionistas.

3.11 Comparación De Diferentes Alternativas De Inversión

La base para realizar la comparación de varias alternativas es la vida útil del proyecto (horizonte de evaluación), presentándose comúnmente dos casos:

- Alternativas con vidas útiles iguales.
- Alternativas con vidas útiles diferentes.

3.11.1 Metodología De Comparación

• Se debe calcular el valor presente neto de las alternativas.

• Si las alternativas tienen comportamientos iguales, se denominan alternativas de igual servicio y los ingresos anuales tienen el mismo valor numérico. En este caso el flujo de caja incluirá sólo desembolsos, por lo que no se considera el signo menos de los egresos; y la alternativa a seleccionar será aquella que tenga menor valor presente neto.

• Si deben considerarse ingresos y egresos, en el cálculo del valor presente neto se tomará en cuenta la convención de signos (menos para la inversión y los desembolsos y más para los ingresos); y la alternativa a seleccionar será aquella que presente mayor valor presente neto.

3.12 Curva de la Bañera

La **curva de la bañera** es un gráfica que representa los fallos durante el período de vida útil de un sistema o máquina. Se llama así porque tiene la forma una bañera cortada a lo largo.

En ella se pueden apreciar tres etapas:

- Fallos iniciales: esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que desciende rápidamente con el tiempo. Estos fallos pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos,

instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado.

- Fallos normales: etapa con una tasa de errores menor y constante. Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.

- Fallos de desgaste: etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

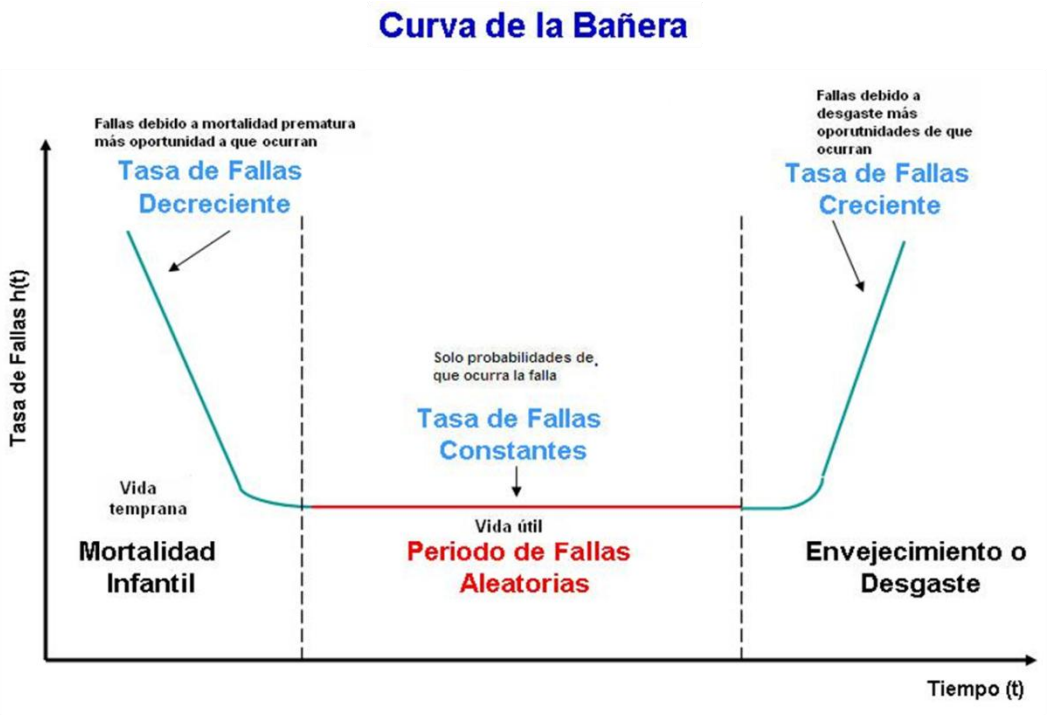


FIGURA Nº8: La Curva de la Bañera

Fuente: Wikipedia

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

En este capítulo se presentan los aspectos referentes al marco metodológico que será utilizado para el desarrollo del estudio que se propone en este proyecto. Por lo que se indica las actividades realizadas para poder lograr el desarrollo de este trabajo y los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán. Todos ellos en conjunto con los conocimientos aplicados harán que los resultados obtenidos tengan el grado máximo de confiabilidad.

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó como una investigación no experimental, de tipo descriptivo-evaluativo. Es no experimental, debido a que se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Fue de carácter descriptivo, porque permitió describir, registrar, analizar e interpretar el estado actual de los remolcadores en las áreas de Carbón y Reducción; y por último de carácter evaluativo, debido a que permitió determinar las condiciones tanto físicas como técnicas de los remolcadores asignados y en funcionamiento de las áreas mencionadas.

Se realizó una investigación de campo puesto que se recolectó información necesaria de manera directa con todos los elementos involucrados, interactuando con los supervisores, los operarios de los remolcadores, y demás operarios que laboran en el turno y pudieron aportar información útil para esta investigación, observando la situación real en el que se encuentran los remolcadores, ya que esto permitió la objetividad de plantear las condiciones actuales de los equipos y las alternativas de inversión.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la evaluación de los sistemas de transporte (remolcadores) de las áreas de Carbón y Reducción de CVG Venalum, se consideró como población toda la flota de Remolcadores requeridas en las áreas de la empresa así como los asignados al pool, siendo así un total de veintiún (21) remolcadores como población. La muestra, será igual a la población.

4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION Y DATOS

Se emplearon diversas técnicas y estrategias para la obtención de información y datos relevantes que permitieron estudiar el problema; entre dichas técnicas tenemos:

Revisión Documental

La revisión documental según Sabino (2002): “Es una técnica cuyo propósito está dirigido a racionalizar la actividad investigativa para que esta se realice dentro de las condiciones de autenticidad de la información que se busca”. Se aplicó esta técnica debido a que se realizó una revisión de trabajos anteriores sobre estudios relacionados con los remolcadores, así como los informes técnicos-económicos proporcionados por mantenimiento y toda la información disponible y relacionada con estos equipos con el objeto de sustentar esta investigación

Observación Directa

Tamayo y Tamayo (2001) resume que la observación directa: “Es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” Se utilizó, porque se observaron las actividades de los Remolcadores y de las condiciones operativas de los mismos.

Consultas Industriales y Académicas

Se realizaron consultas tanto al tutor académico como al industrial, con el fin de establecer los parámetros de estudio a realizar, obtener orientación sobre los pasos a seguir para atacar el problema y contar con asesoría especializada para aclarar dudas referentes al trabajo.

Entrevistas no estructuradas

Se realizaron entrevistas no estructuradas durante las observaciones de distintas áreas de la empresa, estableciendo un dialogo con mecánicos, gerentes, analistas que laboran en distintas gerencias de CVG Venalum que sirvieron de apoyo, con la finalidad de obtener información precisa y detallada acerca de los remolcadores, el manejo de los operarios de los equipos, y las posibles causas de la situación actual de los equipos.

4.4 RECURSOS

Recurso Humano

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Personal Bibliotecario.
- Supervisores y trabajadores del área de Taller Automotriz.
- Analistas de la Gerencia Mantenimiento.
- Especialistas de Proyecto de Ing. Económica.

Equipos de Protección Personal

- Botas de Seguridad.
- Chaqueta de jeans color azul índigo.
- Pantalón de jeans color azul índigo.
- Camisa manga larga 100% algodón color azul.

- Protector respiratorio

Materiales

- Hojas.
- Lápices y bolígrafos.
- Computadora.
- Cámara fotográfica.

4.5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

1. Realizar visitas técnicas a las instalaciones de taller de equipos móviles industriales.

2. Revisar informes elaborados por la Gerencia Ingeniería Industrial correspondientes al requerimiento de Remolcadores, cálculo de la vida útil de los equipos, entre otros.

3. Inspeccionar las condiciones físicas y operativas de los Remolcadores de las Gerencias de Carbón y Reducción.

4. Consultar al SIMA (Sistema Integral de Mantenimiento) de la empresa para obtener la data de costos de mantenimiento y frecuencia de fallas.

5. Evaluar la gestión de almacén en cuanto a la reposición de repuestos de los Remolcadores y gestión de adquisición.

6. Revisar el formato de factor de condición de los remolcadores y desglosar los componentes ó partes más importantes con el fin de conocer mejor el estado de los mismos, a la hora de realizar una inspección para un estudio técnico-económico.

7. Investigar uso de remolcadores en otras empresas productoras de aluminio o similares nacionales y/o internacionales.

8. Determinar la vida útil económica de los Remolcadores.

9. Evaluar económicamente las alternativas tales como remplazo, repotenciación y alquiler de los remolcadores.

10. Finalmente y en función de los resultados obtenidos, se formularán las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe brevemente la gerencia para la cual se desarrolló el estudio, así como la situación física y operativa actual de los remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción, y el requerimiento de este tipo de equipo para las distintas áreas de la empresa.

5.1 Gerencia Mantenimiento Industrial

A continuación se dará una breve descripción de la Gerencia Mantenimiento Industrial, la cual es la encargada del mantenimiento de los equipos móviles industriales en CVG VENALUM, entre otras funciones.

5.1.1 Naturaleza y Alcance

La Superintendencia Talleres adscrita a la Gerencia Mantenimiento Industrial es una unidad lineal de servicios a las áreas de producción y servicios.

5.1.2.- Misión

Garantizar la ejecución de los planes y programas de mantenimiento establecidos para los equipos hidráulicos, mecánicos y electromecánicos, equipos móviles industriales y unidades de transporte, así como la reparación de los componentes mecánicos, eléctricos y de refrigeración, a fin de mantener su disponibilidad operativa en los términos de calidad, cantidad y oportunidad requerida.

5.1.3 Filosofía

La Superintendencia Talleres comparte y práctica los principios siguientes: Valores y Creencias establecidos en la Filosofía de Gestión de la Empresa.

- → Apego a los principios, normas y reglamentaciones que regulan la gestión de Mantenimiento.
- → Apego al cumplimiento de planes y programas de mantenimiento preventivo de los equipos para garantizar su conservación y disponibilidad operativa.
- → Apego a las especificaciones de los catálogos y planos de los equipos, piezas y componentes.
- → El fiel cumplimiento de los métodos de trabajo (SIMA) que garanticen la calidad del servicio.
- → Todo equipo utilizado, conservado y mantenido oportunamente permite alargar su vida útil.
- → Eficiencia, calidad y oportunidad en el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios.
- → Continuidad de las operaciones.
- → Todo el personal debe estar debidamente entrenado y capacitado en concordancia con los cambios tecnológicos.
- → Conservación del medio ambiente.
- → Seguridad en las operaciones.

5.1.4 Ámbito Funcional

A fin de concretar su misión, la Superintendencia Talleres compromete su actuación en el ámbito funcional siguiente:

Garantizar la ejecución de los planes y programas de mantenimiento de los equipos hidráulicos, mecánicos y electromecánicos, equipos móviles industriales y unidades de transporte (autobuses), a fin de contribuir con la

continuidad de los procesos operativos y disponer de las unidades de transporte en términos de oportunidad y calidad.

Garantizar la disponibilidad operativa de los equipos eléctricos, mecánicos, hidráulicos, móviles y de refrigeración; así como de la flota de autobuses verificando el cumplimiento del mantenimiento rutinario, preventivo y programado y diagnosticar situaciones adversas que pudieran impedir el logro de las metas establecidas.

Garantizar la fabricación y soldadura de las estructuras metalmecánicas y piezas mecánicas, de acuerdo a los requerimientos de las unidades de producción de la Empresa.

Establecer mecanismos que garanticen la ejecución y evaluación del mantenimiento correctivo aplicado a equipos móviles industriales y autobuses de la empresa.

Definir los recursos y realizar las estimaciones presupuestarias para la ejecución del servicio de mantenimiento a los equipos, componentes electromecánicos y flota automotriz.

Asegurar en función de los requerimientos, la reparación de componentes y/o equipos de acuerdo a las especificaciones establecidas y con la calidad requerida.

Verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento y diagnosticar situaciones adversas que pudieran impedir el logro de las metas establecidas.

Determinar e implantar acciones preventivas o correctivas ante situaciones o desviaciones en el proceso productivo por deficiencias de partes y componentes y piezas fabricadas y/o reparadas en los talleres.

Propiciar el desarrollo de mejoras operativas y evaluar las modificaciones a realizarse en los equipos e instalaciones, así como en la adquisición o remplazo de equipos.

Establecer parámetros que conlleven al mayor rendimiento y adecuada operatividad de los equipos, así como al mejoramiento de las prácticas operativas y métodos de trabajo.

Planificar conjuntamente con las unidades involucradas, los programas de contingencia del área bajo su responsabilidad, a fin de evitar situaciones que puedan incidir en la continuidad de las operaciones y del servicio de transporte al personal.

Velar por la disponibilidad de repuestos y equipos requeridos para la ejecución del mantenimiento correctivo y/o fabricación de piezas y garantizar el control sobre su utilización y consumo.

Participar conjuntamente con la División Almacén en el establecimiento de repuestos críticos y niveles de inventario.

Determinar y recomendar la desincorporación y remplazo de unidades de la flota de transporte, basados en sus condiciones de operación, frecuencia de fallas, número de intervenciones y costos incurridos.

Garantizar la evaluación sobre la gestión y mantener información actualizada sobre el comportamiento de equipos y componentes reparados y/o fabricados en los Talleres respectivos, que permita medir en términos de calidad, oportunidad y costos la ejecución del servicio.

Definir los Planes Operativos de la Superintendencia, considerando los lineamientos de la Gerencia, los Planes Estratégicos aprobados por la Junta Directiva, a fin de establecer los indicadores de gestión contributarios al logro de los objetivos planteados.

Definir, establecer y controlar los programas de mejoramiento continuo requeridos sobre las variables definidas para los insumos, procesos, productos y ambientales considerando los resultados obtenidos, objetivos y metas, así como también aplicar las acciones necesarias ante las desviaciones detectadas.

Evaluar y controlar la efectividad de los mecanismos de control de las variables de los insumos, procesos, productos y ambientales definidos por la unidad correspondiente, considerando los procesos bajo su responsabilidad, disponibilidad de recursos, políticas y objetivos.

Elaborar conjuntamente con las unidades adscritas, los planes de mejoramiento continuo y gestión ambiental requeridos de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Alta Dirección y en consonancia con los objetivos de la Gerencia Mantenimiento Industrial.

Mantener información actualizada sobre el comportamiento de las unidades, consumo de materiales, control de horas/hombre, cumplimiento de los planes de mantenimiento; a fin de suministrar información de manera oportuna y confiable.

Establecer mecanismos de seguimiento y control inherente a la ejecución de los planes operativos y logro de las metas programadas, así como también evaluar el comportamiento de los indicadores de gestión de la Superintendencia, a fin de tomar las acciones necesarias a las que hubiere lugar.

Definir de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Gerencia Mantenimiento Industrial los instrumentos de evaluación y medición que permitan identificar los requerimientos, expectativas y necesidades de los clientes internos de la Superintendencia de acuerdo a los servicios y productos que se generan.

Asegurar el mantenimiento, custodia y actualización de los registros y documentos que integran los Sistemas de Gestión de la Empresa, a fin de cumplir con los requisitos establecidos y facilitar la toma de decisiones ante las desviaciones detectadas.

Proveer mecanismos y condiciones para la recolección y clasificación de los desechos generados en los procesos bajo su responsabilidad, a fin de prevenir y minimizar el impacto ambiental.

Garantizar el cumplimiento de los programas de seguridad y control ambiental establecidos para el área.

5.2.- Requerimiento de Equipos Móviles (Remolcadores):

Actualmente el requerimiento estándar es de siete (7) remolcadores para Gerencia Carbón, siete (7) para Gerencia Reducción, dos (2) para Gerencia Suministros Industriales y cinco (5) para Gerencia Mantenimiento Industrial, los cuales suman un total de veintiún (21) remolcadores (ver cuadro N°2), de diferentes tipos y marcas (Toyota 2H, Taylor Dunn, Caterpillar Skidder, Shinko, Einsa, y los Tractores Veniran). Adicionalmente tiene once (11) equipos de las marcas Taylor Dunn, Mercury, Trowin y Tractores Veniran (ver cuadro N° 2).

CUADRO No. 2: Requerimiento y Asignación de Remolcadores

C.C.	A R E A	TIPO DE EQUIPO	REQ.	ASIGNACION ACTUAL	
			CANT.	CANT.	COD.
GERENCIA: CARBÓN					
302102	HORNOS DE COCCIÓN	Toyota 2H	2	2	261, 273
302103	ENVARILLADO DE ÁNODOS	Tractor Veniran	3	3	284, 285, 286
305004	RECUP. BAÑO ELECT. I	Toyota 2H	1	1	259
	RECUP. BAÑO ELECT. II	Toyota 2H	1	1	260
Sub-total A (Gcia. Carbón)			**7**	**7**	**-**
GERENCIA: REDUCCIÓN					
302201	CELDAS I	Taylor Dunn	1	1	281
302202	CELDAS II	Taylor Dunn	1	1	280
302203	CELDAS III	Taylor Dunn	1	1	275
302204	CELDAS IV	Taylor Dunn	1	1	277
302205	CELDAS V Y V-350	Caterpillar Skidder	2	2	266, 267
302206		Toyota 2H	1	1	262
Sub-total B (Gcia. Reducción)			**7**	**7**	-

GERENCIA: SUMINISTROS INDUSTRIALES					
302106	REACONDICIONAMIENTO CELDAS P-19	Shinko	1	1	230
		Einsa	1	1	278
Sub-total C (Gcia. Suministros Industriales)			**2**	**2**	**-**
GERENCIA: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL					
304006	TALLER AUTOMOTRIZ (POOL)	Toyota 2H	3	3	248, 258, 271
		Caterpillar Skidder	1	1	254
		Tractor Veniran	1	2	269, 270
	Sub-total D (Pool Taller Equipos Móviles Industriales)		**5**	**6**	
	EQUIPOS ADICIONALES	Tractor Veniran	0	6	265, 279, 282, 283, 289, 290
		Taylor Dunn	0	2	274, 276
		Mercury	0	1	287
		Trowin	0	1	288
Sub-total E (Equipos Adicionales)			**0**	**10**	
Sub-total D + E (Gcia. Mantenimiento Industrial)			**5**	**16**	
TOTAL GENERAL			**21**	**32**	

Fuente: Estudio Técnico-Económico 2011

5.3 Condición Actual de los Remolcadores de la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción

Para poder comprender la situación en la que se encuentran actualmente los equipos móviles (remolcadores), fue necesaria la inspección de cada uno de ellos con la ayuda de los trabajadores de Taller de Equipos Móviles Industriales. Para ello se consideró el formato suministrado por la División Ingeniería Económica (ver Cuadro N°. 3) para posteriormente ir al taller y presentar un nuevo formato (ver cuadro N°. 5) con el cual se realizaron las inspecciones, el cual se dividió el bloque *motor* en tres subgrupos: *culata o cámara de combustión, bloque de motor y cárter de motor*, para poder evaluar el Factor Condición minuciosamente de acuerdo a las partes que se pueden apreciar directamente y calcular un factor condición más exhaustivo de cada uno de los equipos, está división se realizó según recomendaciones de los mecánicos que trabajan con el despiece de estos equipos, basados en su experiencia y conocimiento de los mismos.)

CUADRO N°. 3: Formato de Factor Condición utilizado en CVG Venalum

CVG VEN**ALUM** Informe: IDIE-000/08
Gerencia Ingeniería Industrial 09-jun-12
División Ingeniería Económica ANEXO No. Archivo: Insp Mont - Reemp 2009.xls

FACTOR DE MANTENIMIENTO

N°. EQUIPO MOVIL:		**DESCRIPCION:**			**SERIAL:**
D E S C R I P C I O N	**RESULTADO INSPECCION**	**PESO**	**VALOR**	**RESULTADO CONDICION**	**O B S E R V A C I O N E S**
MOTOR		40,00%	0	0,00%	
CAJA DE VELOCIDAD		20,00%	0	0,00%	
TRANSMISION/DIFERENCIAL		15,00%	0	0,00%	
SISTEMA HIDRAULICO		10,00%	0	0,00%	
TREN TRASERO/SIST DIRECCION		5,00%	0	0,00%	
LATONERIA		2,50%	0	0,00%	
SISTEMA DE ARRASTRE		2,10%	0	0,00%	
SISTEMA ENFRIAMIENTO		1,50%	0	0,00%	
SISTEMA ELECTRICO		1,00%	0	0,00%	
SISTEMA DE FRENOS		1,00%	0	0,00%	
PINTURA		0,50%	0	0,00%	
CAUCHOS		0,50%	0	0,00%	
ACCESORIOS GENERALES		0,50%	0	0,00%	
SISTEMA DE ESCAPE		0,20%	0	0,00%	
TAPICERIA		0,10%	0	0,00%	
BATERIA		0,10%	0	0,00%	
KILOMETRAJE :	NT				

TOTAL % CONDICION

Originado : Dpto. Taller Automotriz:

Ficha Ficha

:

Fuente: Gerencia Ingeniería Industrial

Las inspecciones fueron realizadas directamente en el sitio con apoyo de un mecánico proporcionado por el personal de Taller de Equipos Móviles Industriales, y los datos fueron vaciados en hojas de cálculo (anexas en CD).

La condición de los equipos se considera con respecto al Factor Condición de los mismos, y se ubica de acuerdo a lo establecido en el cuadro n° 4. A continuación se muestran de modo resumido los resultados de la inspección a los catorce (14) equipos con respecto a la hoja de disponibilidad pertenecen a la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción (ver cuadro N°. 6)

CUADRO N°. 4: Tabulación por Conservación

Condición del Equipo	Símbolo	Fact. Conserv. (Dman.)
Nuevo	N	95%
Muy bueno	MB	85%
Bueno	B	65%
Regular	R	45%
Dañado	D	10%
No tiene	NT	0%

Fuente: Gerencia Ingeniería Industrial

CUADRO N°. 5: Propuesta Formato de Factor Condición

CVG VEN**ALUM** Informe: IDIE-003/06
Gerencia Ingeniería Industrial 09-jun-12
División Ingeniería Económica **ANEXO No. 2** Archivo:
FACTOR DE MANTENIMIENTO

N°. EQUIPO MOVIL:	**DESCRIPCION:**				**SERIAL:**
D E S C R I P C I O N	**RESULTADO INSPECCION**	**PESO**	**VALOR**	**RESULTADO CONDICION**	**OBSERVACIONES**
MOTOR		40,00%	0%	0,00%	
Culata o Cámara de Combustión		**22,00%**	0%		
Bloque de motor		**75,00%**	0%		
Carter motor		**3,00%**	0%		
CAJA DE VELOCIDAD		20,00%	0%	0,00%	
DIFERENCIALES		15,00%	0%	0,00%	
SISTEMA HIDRÁULICO		10,00%	0%	0,00%	
TREN DE DIRECCIÓN		5,00%	0%	0,00%	
LATONERIA		2,50%	0%	0,00%	
SISTEMA DE ARRASTRE		2,10%	0%	0,00%	
SISTEMA ENFRIAMIENTO		1,50%	0%	0,00%	
SISTEMA ELÉCTRICO		1,00%	0%	0,00%	
SISTEMA DE FRENOS		1,00%	0%	0,00%	
PINTURA		0,50%	0%	0,00%	
CAUCHOS		0,50%	0%	0,00%	
ACCESORIOS GENERALES		0,50%	0%	0,00%	
SISTEMA DE ESCAPE		0,20%	0%	0,00%	
TAPICERIA		0,10%	0%	0,00%	
BATERIA		0,10%	0%	0,00%	
KILOMETRAJE :	-				
TOTAL % CONDICIÓN				**00,00%**	

Fuente: Propia

CUADRO N°. 6: Resumen Factor Condición Remolcadores de Gerencia Carbón y Gerencia Reducción

Gerencia	Equipo	Factor Condición	Observación
Gerencia Carbón	259	77,36%	
Gerencia Carbón	260	2,61%	Desmantelado
Gerencia Carbón	261	9,35%	Desmantelado
Gerencia Reducción	262	61,37%	
Gerencia Reducción	266	51,42%	
Gerencia Reducción	267	10,89%	Desmantelado
Gerencia Carbón	273	7,95%	Desmantelado
Gerencia Reducción	275	9,75%	Desmantelado
Gerencia Reducción	277	2,61%	Desmantelado
Gerencia Reducción	280	2,44%	Desmantelado
Gerencia Reducción	281	5,77%	Desmantelado
Gerencia Carbón	284	64,28	
Gerencia Carbón	285	60,93	
Gerencia Carbón	286	52,46	Cámara de combustión dañada

Fuente: Propia

En el cuadro N°. 6 se puede observar que los equipos 260, 261, 267, 273, 275, 277, 280 y 281 se encuentran desmantelados y fuera de servicio en el área de Taller de Equipos Móviles Industriales con un Factor Condición por debajo de 11%. Por otro lado los demás equipos poseen un factor condición entre Regular y bueno, excepto el 259 que se encuentra entre bueno y muy bueno, sin embargo el equipo 286 se encuentra fuera de servicio por cámara de combustión dañada, por tanto de esta evaluación se determinó que solo se encuentran cinco (5) equipos operativos en regulares condiciones de catorce equipos (14) que son requeridos en las áreas de Carbón y Reducción.

5.4 Historial de Fallas y Costos Asociados

Los Remolcadores asignados a las Gerencias Carbón y Reducción han presentado una serie de fallas que han generado paradas y tiempos

improductivos, afectando directamente la producción, puesto que sin éstos no se pueden realizar las actividades de traslado de ánodos y de aluminio líquido y por tanto la productividad de la empresa; debido a que sin ánodos producidos por la Gerencia de Carbón, es imposible la producción del aluminio líquido, ya que estos son acoplados en las celdas electrolíticas para generar el metal en estado líquido, con el cual se producen cilindros y lingotes de aluminio en el área de Colada de CVG Venalum. En el cuadro N°7 se puede evidenciar la cantidad de fallas y costos asociados de los diferentes remolcadores asignados a las áreas de Carbón y Reducción en los últimos cinco (5) años. Para explicar un poco las causas que ocasionan tales fallas, se utiliza un diagrama de Ishikawa con la finalidad de analizar la fuente de este problema (ver gráfico N°1).

CUADRO N°. 7: Resumen de fallas de los Remolcadores de las Gerencias de Carbón y Reducción

MANTENIMIENTO CORRECTIVO											
Gerencia	Equipo	*Año 2007*		*Año 2008*		*Año 2009*		*Año 2010*		*Año 2011*	
		Fallas	*Costo(BsF)*	*Fallas*	*Costo(BsF)*	*Fallas*	*Costo(BsF)*	*Fallas*	*Costo(BsF)*	*Fallas*	*Costo(BsF)*
CARBÓN	261	45	729.866,91	96	209.458,70	82	783.464,72	65	927.118,83	17	246.228,84
	273	-	-	5	36.932,02	43	382.196,31	54	548.130,43	2	60.343,96
	284	-	-	-	-	-	-	-	-	47	418.374,42
	285	-	-	-	-	-	-	-	-	33	284.844,33
	286	-	-	-	-	-	-	-	-	57	529.599,34
	259	31	2.560.206,88	39	95.194,10	2	5.472,87	64	472.432,78	16	199.247,49
	260	26	3.066.396,95	58	50.189,81	54	468.885,44	51	547.747,03	-	-
REDUCCIÓN	281	-	-	-	-	-	-	30	227.538,77	21	256.086,69
	280	-	-	-	-	-	-	46	314.143,63	2	36.698,80
	275	-	-	-	-	48	264.197,31	7	50.062,08	-	-
	277	-	-	-	-	27	123.743,34	17	80.337,05	11	58.668,20
	266	-	-	86	32.535,98	132	706.297,34	140	1.335.588,36	93	847.319,66
	267	-	-	52	1.394.795,66	92	904.388,50	79	881.246,92	-	-
	262	38	2.434.088,79	43	54.200,75	59	758.291,40	63	500.737,02	85	1.211.812,18
TOTAL CARBÓN		102	6.356.470,75	198	391.774,63	181	1.640.019,34	234	2.495.429,07	172	1.738.638,38
TOTAL REDUCCIÓN		38	2.434.088,79	181	1.481.532,40	358	2.756.917,89	382	3.389.653,83	212	2.410.585,53
TOTAL		**140**	**8.790.559,54**	**379**	**1.873.307,02**	**539**	**4.396.937,23**	**616**	**5.885.082,90**	**384**	**4.149.223,91**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

5.5 Análisis de causas de las fallas en los remolcadores

Los remolcadores pertenecientes a las Gerencias Carbón y Reducción han presentado una serie de fallas, generando contratiempos, y tiempos improductivos por paradas, afectando directamente la productividad de otros equipos y de la planta.

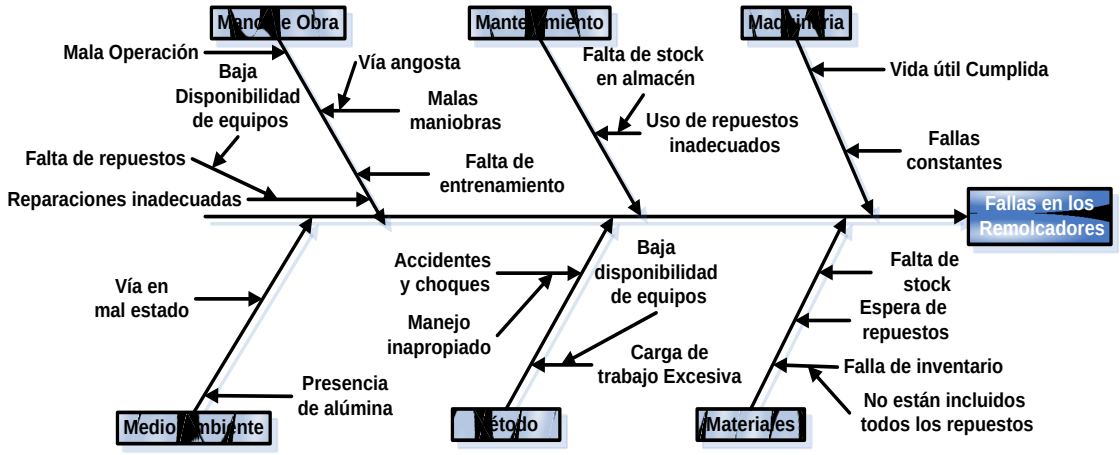


GRÁFICO Nº1: Diagrama Causa-efecto de fallas en los Remolcadores
Fuente: Propia

Analizando el diagrama se Ishikawa (ver Gráfico N°1), se determinaron las causas que mayormente inciden y provocan fallas en los equipos móviles (remolcadores) de las áreas Carbón y Reducción.

- **Mano de Obra**

Como se puede evidenciar en la figura N° 1, la falla más frecuente es a causa de la mano de obra, esto se debe a imprudencias e inadecuadas operaciones de los operarios por falta de entrenamiento así como por maniobras incorrectas al conducir los equipos. También la causa que afecta a los remolcadores es que el personal de mantenimiento mecánico no pueda realizar las reparaciones adecuadas por falta de repuestos.

- **Medio Ambiente**

Durante el proceso productivo para obtener el aluminio se generan partículas de alúmina, carbón, brea de alquitrán y otros, que dañan las partes hidráulicas y mecánicas de los equipos. Al igual que los cauchos requieren cambios con mayor frecuencia debido al mal estado en que se encuentran las vías por las que circulan los equipos.

- **Mantenimiento**

Se ha evidenciado que no se realizan los mantenimientos de forma adecuada a los remolcadores, esto a causa del uso de repuestos inapropiados, es decir, la utilización de repuestos que no corresponden a los equipos y/o repuestos de otros equipos de la misma marca y modelo que se encuentren inoperativos debido a la falta de repuestos en el almacén.

Dado que no se realizan los mantenimientos y remplazo de los repuestos de manera correcta, se ocasionan frecuentes y constantes fallas en los equipos, ya que las fallas no se corrigen adecuadamente provocando de este modo un desgaste anticipado de los equipos, aumentando los costos de mantenimiento y la disminución de la vida útil de los mismos.

- **Método**

Debido a la baja disponibilidad de remolcadores, se ha tendido a sobrecargar los equipos de trabajo, y pospuesto así sus mantenimientos por no paralizar las actividades de producción en la empresa. Otra causa son los choques y accidentes que han ocurrido con estos equipos móviles por manejos inapropiados de los operarios.

- **Maquinaria**

Actualmente se encuentran equipos que superan su vida útil, y de acuerdo a la gráfica de la bañera (ver Figura N°8), a medida que un equipo alcanza su

vida útil este tiende a incrementar el número de fallas, por desgaste del mismo, a este punto se le llama declive, que es donde las fallas incrementan al máximo aumentando los costos de mantenimiento de los equipos.

Actualmente se encuentran equipos operativos que superan su vida útil (5años), por lo cual tienden a tener fallas consecutivas a lo que también influye la falta de repuestos, trayendo como consecuencia altos costos de mantenimiento.

- **Materiales**

En cuanto a repuestos para los remolcadores, muchos de estos no se encuentran en stock, la mayoría son comprados del exterior según la necesidad que presenten los equipos, trayendo como consecuencia el desmantelamiento de equipos que no estén operativos para cubrir la falta de inventario, evitar paralizar el proceso productivo de la planta, así como se da el caso que por falta de recursos económicos no se puede comprar los repuestos en el momento deseado.

5.6 Análisis de Fallas para los Tractores Veniran de la Gerencia Carbón y Reducción

Los componentes de los Remolcadores pertenecientes a las Gerencias Carbón y Reducción han sido divididos y esquematizados de acuerdo a la marca del remolcador, ya que el desglose por bloque de los equipos varía de acuerdo a la marca y tipo de equipo.

Para la elaboración del Diagrama de Pareto de los tractores Veniran, se recopilaron las fallas ocurridas en los equipos por bloque, en estos equipos el desglose es en tres bloques de acuerdo al sistema de Data Warehouse CVG Venalum (ver cuadro N° 8).

CUADRO N°. 8: Frecuencia de Fallas de los Tractores Veniran por Bloque desde 01/01/2011 hasta 31/12/2011

Descripción	Fallas	Porcentaje (%)	% Acumulado
Chasis y otros Accesorios de Tractor	113	82,48	82,48
Caja de Velocidad de Tractor	13	9,49	91,97
Motor de Tractor	11	8,03	100,00
Total	**137**		

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

Se puede evidenciar en el cuadro N°8 que el bloque *Chasis y otros Accesorios de Tractor Veniran* abarcan más del 80% por tanto no es concluyente para esta distribución, por ende no se puede elaborar el Diagrama de Pareto, por lo cual se dividirá el bloque *Chasis y otros Accesorios de Tractor Veniran* para poder apreciar cuales son las fallas más relevantes en estos equipos.

CUADRO N°. 9: Frecuencia de Fallas de los Tractores Veniran por falla y bloque desde 01/01/2011 hasta 31/12/2011

Descripción	Fallas	Porcentaje (%)	% Acumulado
Cauchos	45	32,85	32,85
Chasis y otros Accesorios	38	27,74	60,58
Tren de Arrastre	15	10,95	71,53
Caja de Velocidad	13	9,49	81,02
Fallas Eléctricas	9	6,57	87,59
Motor	11	8,03	95,62
Tren de Dirección	3	2,19	97,81
Accesorios Hidráulicos	2	1,46	99,27
Diferencial y Frenos	1	0,73	100,00
Total	**137**		

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

Para realizar el Diagrama de Pareto de los tractores Veniran, se recopilaron las fallas ocurridas en los equipos por bloque, y como se mencionó anteriormente los datos no fueron concluyentes, por tanto se desglosó el bloque *Chasis y otros Accesorios de tractor agrícola* en siete (7) subsistemas (Chasis y otros Accesorios, Tren o pin de arrastre, Cauchos, Accesorios

Hidráulicos, Diferencial y Frenos, Tren de Dirección, y Fallas Eléctricas, ver cuadro *N°. 9)* obteniéndose así, nueve (9) bloques para este equipo.

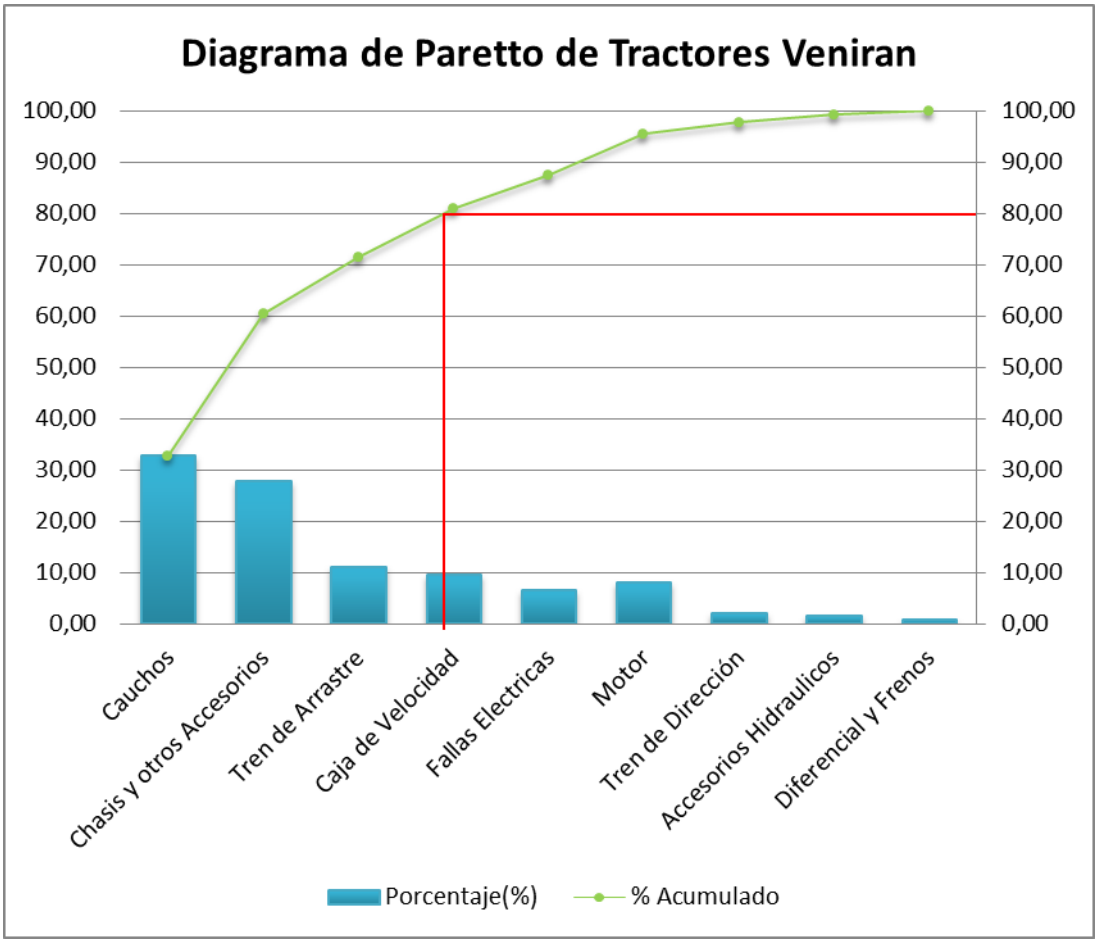


GRÁFICO N°. 2: Diagrama de Pareto de las fallas de Tractores Veniran por Bloque desde 01/01/2011 hasta 31/12/2011

Fuente: Propia

Como se puede evidenciar en el Gráfico N° 2 los bloques Cauchos, Chasis y Otros Accesorios, Tren de Arrastre y Caja de Velocidad representan el 81,02% de las fallas de los Tractores Agrícolas Veniran, por lo tanto de acuerdo al Principio de Pareto la mayor parte de las fallas encontradas en los tractores pertenece solo a cuatro (4) bloques, esto se debe a las condiciones de las vías por las cuales circulan estos equipos, además de que este tipo de

equipos utilizan cauchos no adecuados para las instalaciones de la empresa, ya que son para áreas de cultivos.

5.7 Análisis de Fallas para los Remolcadores Toyota 2H de la Gerencia Carbón y Reducción

Para la elaboración del Diagrama de Pareto de los Remolcadores Toyota 2H, se recopilaron las fallas ocurridas en los equipos por bloque y su frecuencia (ver cuadro N°10):

CUADRO N°. 10: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Toyota 2H por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011

Descripción	Fallas	Porcentaje (%)	% Acumulado
Chasis y Otros Accesorios	549	47,00	47,00
Motor de Arranque	140	11,99	58,99
Accesorios Hidráulicos	108	9,25	68,24
Tren de Dirección	92	7,88	76,11
Caja de Velocidad	84	7,19	83,30
Accesorios Eléctricos	83	7,11	90,41
Diferencial y Frenos	72	6,16	96,58
Motor	23	1,97	98,54
Alternador	17	1,46	100,00
Total	**1168**		

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

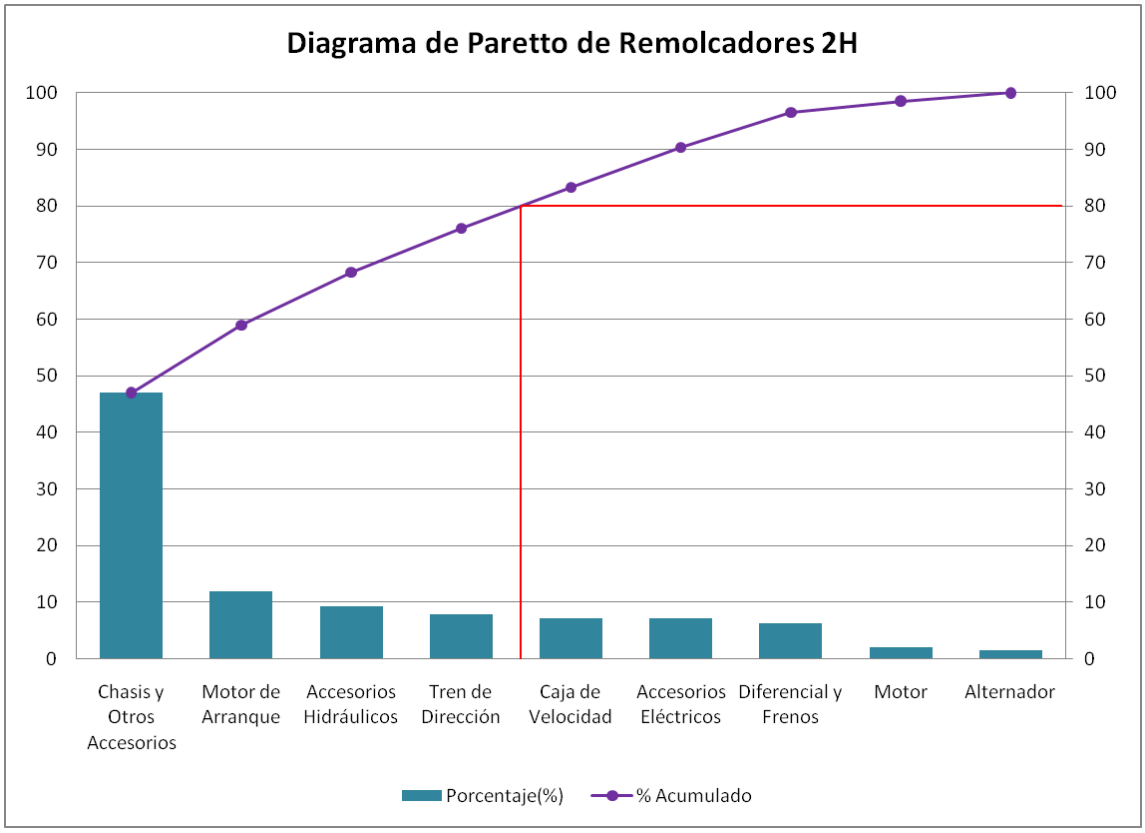


GRÁFICO N°. 3: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Toyota 2H por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011

Fuente: Propia

En la Gráfica N° 3 se puede observar que las fallas más frecuentes se deben a los bloques 3, 6, 7, 9 correspondientes a Tren de Dirección, Accesorios Hidráulicos, Chasis y otros Accesorios y Motor de Arranque representando el 83,30% de fallas en los Remolcadores Toyota 2H, de acuerdo al Principio de Pareto la mayor parte de las fallas encontradas en los remolcadores pertenece a cuatro (4) bloques. Esto se debe a que estos equipos cumplieron su vida útil a finales de 2008, y no han sido remplazados y por tanto continúan operativos.

5.8 Análisis de Fallas para los Remolcadores Caterpillar Skidder de la Gerencia Carbón y Reducción

La elaboración del Diagrama de Pareto para los Remolcadores Caterpillar Skidder será de acuerdo a la Frecuencia de fallas que se evidencian en el cuadro N°11:

CUADRO N°. 11: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Caterpillar Skidder por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011

Descripción	Fallas	Porcentaje (%)	% Acumulado
Chasis y Otros Accesorios	351	52,08	52,08
Accesorios Hidráulicos	156	23,15	75,22
Accesorios Eléctricos	70	10,39	85,61
Motor	50	7,42	93,03
Caja de Velocidad	26	3,86	96,88
Tren de Dirección	11	1,63	98,52
Diferencial y Frenos	6	0,89	99,41
Alternador	3	0,45	99,85
Motor de Arranque	1	0,15	100,00
Total	**674**		

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

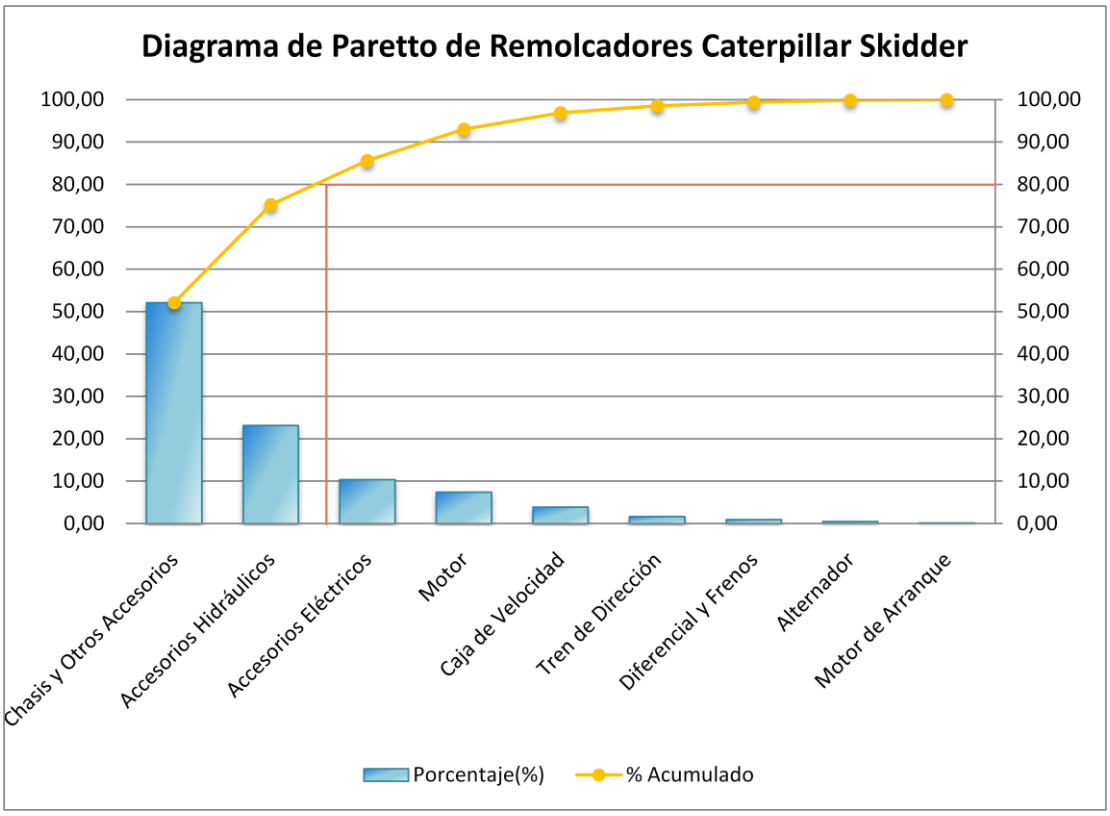


GRÁFICO N°. 4: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Caterpillar Skidder por Bloque desde 01/01/2007 hasta 31/12/2011

Fuente: Propia

Se puede evidenciar en el Gráfico N°4 que los bloques 6 y 7, Accesorios Hidráulicos y Chasis y otros Accesorios, respectivamente son las fallas más recurrentes en este tipo de Remolcadores Caterpillar Skidder y representan el 75,22%, por el Principio de Pareto la mayor parte de las fallas encontradas en los remolcadores Caterpillar Skidder corresponde a dos (2) bloques.

5.9 Análisis de Fallas para los Remolcadores Tiger Taylor Dunn de la Gerencia Carbón y Reducción

Los equipos Taylor Dunn se dividen en quince (15) bloques en el cuadro N°12 se puede observar la frecuencia de fallas de los remolcadores Tylor Dunn, en el se identificaron cuales son las fallas más recurrentes en estos equipos.

CUADRO N°. 12: Frecuencia de Fallas de los Remolcadores Tiger Tylor Dunn por Bloque desde 01/01/2009 hasta 31/12/2011

Descripción	Fallas	Porcentaje (%)	% Acumulado
Chasis y Otros Accesorios	94	44,98	44,98
Diferencial y Frenos	44	21,05	66,03
Tren de Dirección	25	11,96	77,99
Accesorios Hidráulicos	15	7,18	85,17
Motor	11	5,26	90,43
Accesorios Eléctricos	9	4,31	94,74
Motor de Arranque	3	1,44	96,17
Accesorios para A/A	3	1,44	97,61
Caja de Velocidad	2	0,96	98,56
Motor para A/A	2	0,96	99,52
Alternador	1	0,48	100,00
Total	**209**		

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

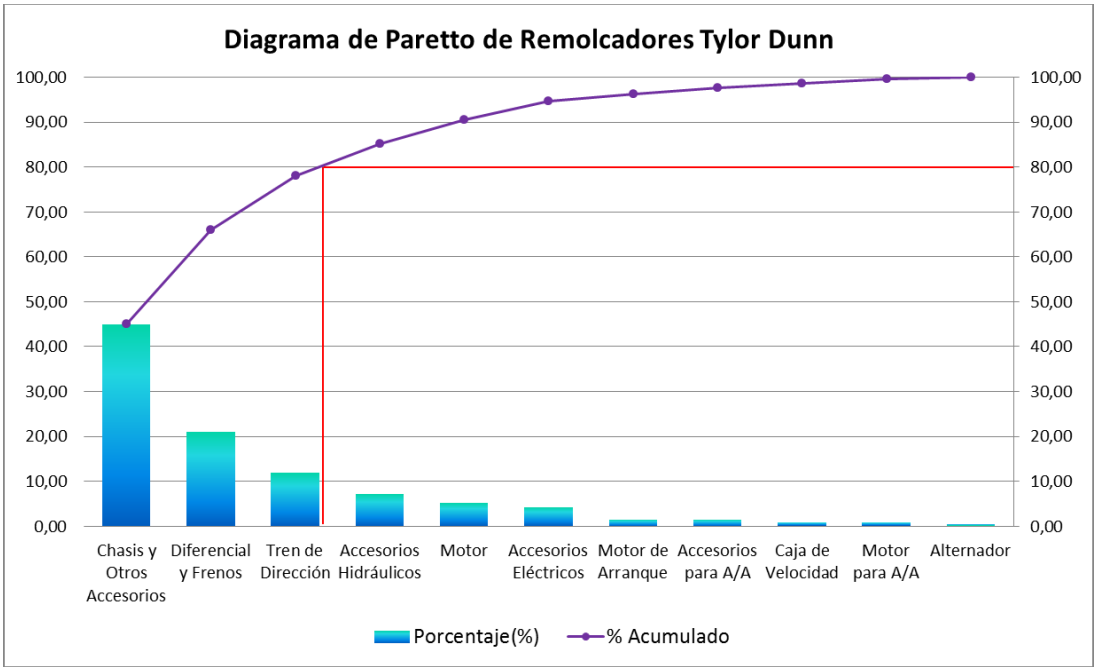


GRÁFICO N°. 5: Diagrama de Pareto de las fallas de Remolcadores Tiger Tylor Dunn por Bloque desde 01/01/2009 hasta 31/12/2011

Fuente: Propia

Se puede reflejar en el Gráfico N°5 los bloques 3, 4, y 7 correspondientes a Tren de Dirección, Diferencial y Frenos y Chasis y otros Accesorios, representan el 77,99% de fallas más frecuentes de los Remolcadores Tylor Dunn, por lo tanto de acuerdo al Principio de Pareto la mayor parte de las fallas encontradas en los remolcadores pertenece solo a tres (3) bloques. Esto se debe a que los equipos poseían un motor y caja excelentes pero sin embargo el sistema de frenos y el tren de dirección de esta marca no eran adecuados para las condiciones y actividades en que estos se desenvolvían.

5.10 Costos Asociados al Mantenimiento de los Remolcadores de la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción.

Los Remolcadores al igual que todo tipo de equipo requieren actividades de mantenimiento, lo cual implica costos por mano de obra y repuestos. Por ello, en la Cuadro N°12 se presentan los datos de costos de mantenimiento para cada Remolcador de la Gerencia Carbón y la Gerencia Reducción, presentados en esta sección, los cuales fueron extraídos de unas hojas de cálculo proporcionadas por el SIMA.

CUADRO N°. 13: Costos total y Costos Promedios por Mantenimiento en los Remolcadores de Gerencia Carbón y Gerencia Reducción del periodo 01/01/2007 al 31/12/2011

Gerencia	Mantenimiento	Total BsF	Total Bsf/año	Total (BsF/año*eq)
CARBÓN	Rutinario	Bs. 1.820.609,23	Bs. 364.121,85	Bs. 26.008,70
	Preventivo	Bs. 8.097.515,74	Bs. 1.619.503,15	Bs. 115.678,80
	Correctivo	Bs. 12.622.332,17	Bs. 2.524.466,43	Bs. 180.319,03
	Programado	Bs. 4.736.959,49	Bs. 947.391,90	Bs. 67.670,85
	Total	**Bs. 27.277.416,63**	**Bs. 5.455.483,33**	**Bs. 389.677,38**
REDUCCIÓN	Rutinario	Bs. 1.881.738,06	Bs. 376.347,61	Bs. 26.881,97
	Preventivo	Bs. 3.386,52	Bs. 677,30	Bs. 48,38
	Correctivo	Bs. 12.522.277,62	Bs. 2.504.455,52	Bs. 178.889,68
	Programado	Bs. 3.858.722,36	Bs. 771.744,47	Bs. 55.124,61
	Total	**Bs. 18.266.124,56**	**Bs. 3.653.224,91**	**Bs. 260.944,64**

Fuente: ***Cuadros 12,13, 14, 15 y 16***

En el cuadro N°13 se puede observar los costos asociados por mantenimiento rutinario, preventivo, correctivo y programado, en un período de cinco (5) años, a los siete (7) equipos pertenecientes a la Gerencia Carbón y los siete (7) equipos requeridos por la Gerencia Reducción.

Como se puede evidenciar los costos por mantenimiento correctivo son los más elevados para la Gerencia Carbón y la Gerencia Reducción, los costos asociados a mantenimiento preventivo no son de preocupación, sin embargo deberían revisarse los planes de mantenimiento preventivo y verificar el cumplimiento del mismo, puesto que se percibió que no ha habido costos por mantenimiento preventivo en los últimos años lo que indica que no se han realizado mantenimiento preventivo en los equipos, lo cual es un factor que influye considerablemente en los altos costos por mantenimiento correctivo, implicando un desgaste progresivo de los equipos móviles, y la pérdida de tiempo acarreados por el mismo.

5.11 Especificaciones Técnicas Definidas en CVG Venalum para los Equipos Móviles Remolcadores

CVG Venalum debido a las condiciones de planta y de acuerdo a las actividades que se desarrollan en la misma, determinó la necesidad en cuanto a las especificaciones técnicas que requieren los equipos para el transporte de los ánodos y crisoles de aluminio líquido.

- Peso promedio equipo a remolcar (carreta, crisol, aluminio líquido) = 18.000 Kg.
- Coeficiente de Fricción (contacto superficies caucho-cemento) = 0,8.
- Fuerza de Remolque del equipo móvil: Mayor a 2.500 Kg y Menor a 6.250 Kg (para ambos complejos). Se utiliza factor de seguridad 2,5 = Fuerza Requerida.
- Peso del Equipo Móvil: Mayor a 3.125 Kg (para evitar deslizamiento) y no sobrepasar los 8.000 Kg.

Consideraciones especiales Venalum para el Vehículo:

- Sistema de admisión de aire (filtrado, definición de tamaño de partículas presentes en Venalum)
- Sistema de encendido (magnetismo de celdas), Alternador sellado.
- Neumáticos (Contacto con metal caliente).
- Motor: Diesel.
- Maniobrabilidad en de los equipos en las salas de celdas y sala de colada.
- Mantenibilidad de los equipos en planta.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de analizar la situación actual de los Remolcadores y en función de mejorar las condiciones operativas y productivas de estos equipos, se evaluó el Factor de Servicio de los mismos, la Vida Útil Económica, la Gestión y/o adquisición de los remolcadores y repuestos, y se evaluaron las alternativas: mantener la situación actual y la adquisición de nuevos Remolcadores.

6.1 Evaluación del Factor de Servicio.

Para el cálculo del FS es necesario tener los datos del historial de fallas y las horas de parada de los equipos por mantenimiento rutinario y correctivo. En el caso de los equipos evaluados donde se mantiene un factor de servicio bastante considerado, estable y por encima de la meta desde el 2006 hasta el 2009 (ver Cuadro N°14 y N°15).

- El Factor de Servicio se calcula siguiendo los siguientes pasos:

De la hoja de disponibilidad diaria que proviene del taller automotriz, se suman las horas operativas totales por equipo y gerencia. A estas horas se le suman las horas prestadas de los equipos del Pool o equipos de otras áreas. Con este total de horas operativas se calcula el Factor de Servicio, con el cual él personal de Planificación y Mantenimiento calcula el promedio semanal del F/S de los remolcadores por área para posteriormente percibir su tendencia de gráficamente.

*Tiempo Calendario (Diario) = 24 horas * N° equipos*

Horas de Parada = Tiempo Calendario – Total Horas en Operación

$$Factor\ de\ Servicio = \frac{Tiempo\ Calendario - Horas\ de\ Parada}{Tiempo\ Calendario} * 100$$

Consideraciones:

- Cuando use un equipo de un área específica para ser prestado a otra que tenga la necesidad, se computarizará horas de menos al equipo llevado en calidad de préstamo en el área al cual pertenece.
- Se consideran como horas no disponibles, las horas utilizadas para mantenimientos correctivos y planificados.
- Para el cálculo del factor de servicio de equipos móviles en una gerencia se ponderarán los tipos de equipos (Remolcadores, Montacargas, Payloaders, Camiones) tomando en cuenta la cantidad de equipos según el estándar asignado.

A continuación se presenta el Factor de Servicio promedio de los equipos del área de Carbón del año 2006 al 2011 (ver cuadro N°14):

CUADRO N°. 14: Resumen F/S Remolcadores de Carbón

F/S REMOLCADORES CARBÓN		
Año	**%Promedio**	**Meta**
2006	98,77	90
2007	98,24	92
2008	100,42	92
2009	97,17	92
2010	82,67	92
2011	72,98	92

Fuente: Departamento de Planificación y Mantenimiento

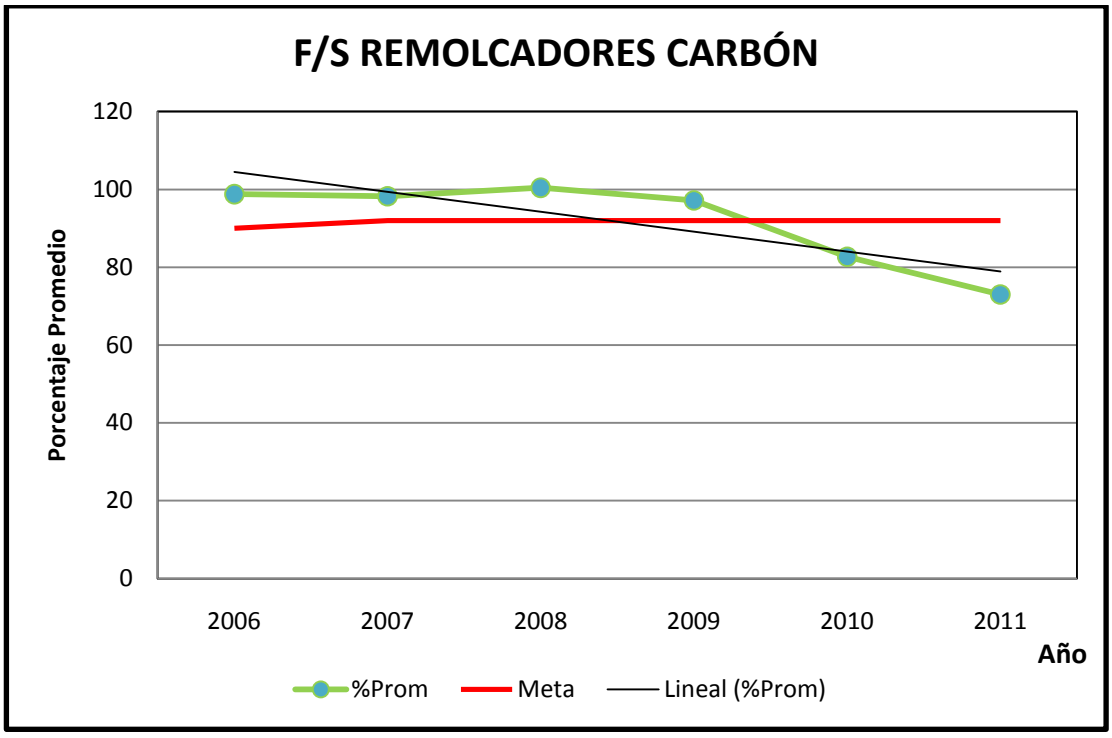


GRÁFICO N°. 6: Resumen F/S Remolcadores de Carbón

Fuente: Propia

Como se puede evidenciar en el Gráfico N° 6 del año 2006 al año 2009, el factor de servicio de los remolcadores de Carbón estuvo dentro de la meta del Departamento de Planificación y Mantenimiento, es decir, los equipos funcionaban correctamente, la disponibilidad de remolcadores lograba cumplir las expectativas en cuanto a las horas de servicio que debían cumplir los equipos. Sin embargo en el año 2009 se empieza a notar el decrecimiento del factor de servicio en la gráfica, y para el año 2010 dicho factor en los Remolcadores del Área de Carbón se encuentra por debajo de la meta.

La disminución del F/S se encuentra asociada, a equipos con vida útil cumplida que se mantienen operativos, como es el caso de los remolcadores Toyota 2H de los cuales supera la vida útil establecida de cinco (5) años; el V-261 y V-273 superan siete (7) años, y V-259 y V-260 superan cinco (5)

años como Activos Fijos en la empresa, actualmente de estos cuatro (4) remolcadores solo se encuentra operativo el equipo V-259, el resto están desmantelados en Taller de Equipos Móviles Industriales.

El Factor de Servicio promedio de los equipos del área de Reducción se representa a continuación (ver cuadro N°15):

CUADRO N°. 15: Resumen F/S Remolcadores de Reducción

F/S REMOLCADORES REDUCCIÓN		
Año	**%Promedio**	**Meta**
2006	99,19	90
2007	97,7	92
2008	99,81	92
2009	100,25	92
2010	89,73	92
2011	69,9	92

Fuente: Departamento de Planificación y Mantenimiento

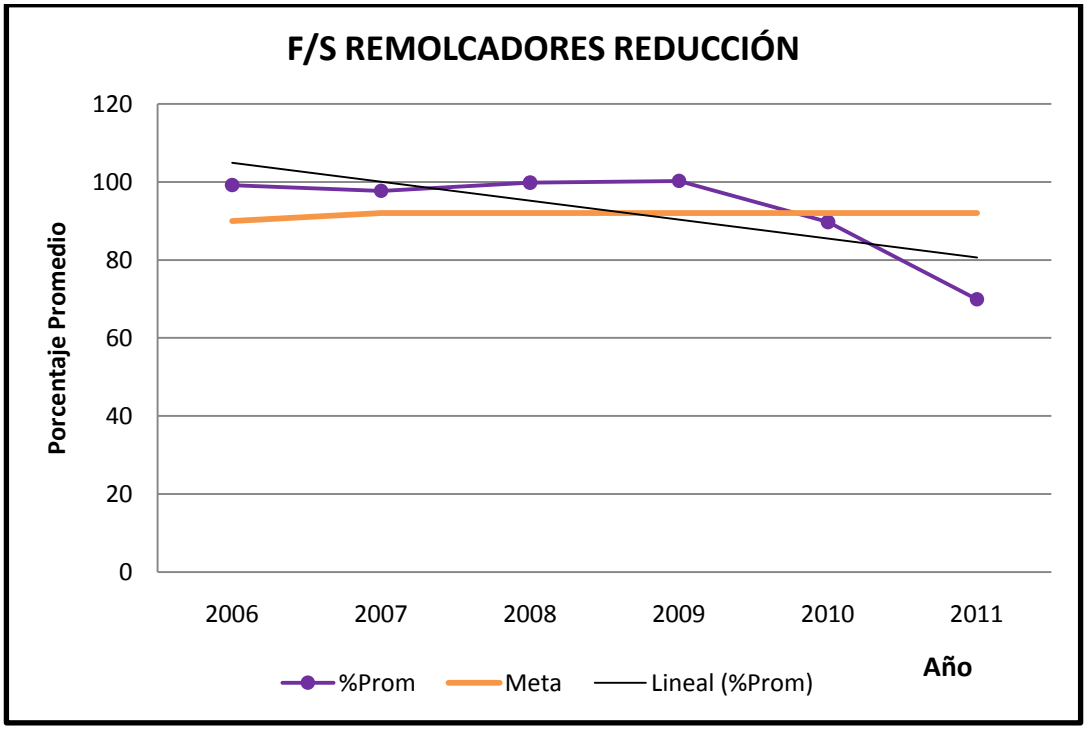


GRÁFICO No. 7: Resumen F/S Remolcadores de Reducción
Fuente: Propia

En el gráfico N°7 se puede observar que en la Gerencia Reducción desde el año 2006 hasta el año 2009, el Factor de Servicio de los equipos se mantuvo por encima de las metas estipuladas por el Departamento de Planificación y Mantenimiento, la disponibilidad de los equipos durante este período fue la requerida por las áreas para producir con respecto a la capacidad de la planta. Sin embargo para el año 2010-2011 disminuyó el Factor de Servicio considerablemente, con respecto a los años anteriores y se mantuvo por debajo de la meta.

El tiempo efectivo de operación de los remolcadores de la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción se vio afectada ampliamente, por inconvenientes con los fabricantes de los remolcadores Toyota 2H el año 2009, se adquirieron otras marcas de equipos como lo fueron los Tiger Taylor Dunn, equipos con motor y caja con excelentes capacidades, pero que no se adecuaban a las condiciones y necesidades de CVG Venalum, y empezaron a tener fallas en los frenos, tren delantero y suspensión. Estos equipos, actualmente se encuentran fuera de servicio y desmantelados (V-280, V-281, V-275, V-277) en el Taller de Equipos Móviles Industriales.

El incumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo por falta de repuestos, trajo como resultado paradas continúas y prolongadas de los equipos para la realización de mantenimiento correctivo en los remolcadores y a su vez el desmantelamiento de equipos trayendo como consecuencia la disminución del número de equipos operativos en la empresa y remolcadores que superan la vida útil asignada (5 años) lo cual acarrea altos tiempos de parada y altos costos asociados a mantenimiento correctivo.

6.2 Vida Útil Económica

En CVG Venalum la vida útil asignada a los remolcadores por el Departamento de Activos Fijos es de cinco (5) años, por lo tanto al cumplir con este período operando es recomendable su remplazo. Sin embargo,

debido a las condiciones de la planta donde operan los equipos, al deterioro y la situación actual de los mismos, se realiza un análisis de vida útil económica, con el objeto de determinar el tiempo óptimo de un equipo de acuerdo a los gastos asociados por mantenimiento de los mismos, donde:

- La recuperación de capital es el Valor Anual (VA) de la inversión inicial y debido a que en CVG Venalum se maneja el método de depreciación lineal, el valor de salvamento es igual a cero (0).
- Se agruparon los equipos de acuerdo a su marca y a su vez, por su fecha de adquisición.
- El costo de capital o tasa de descuento empleada es de 14% anual.
- El Costo de Operación Anual (COA) son los costos asociados por mantenimiento de los equipos.

A continuación se muestra la VUE del equipo marca Toyota 2H adquirido en el año 2008 (ver gráfico N° 8), de la Gerencia Carbón:

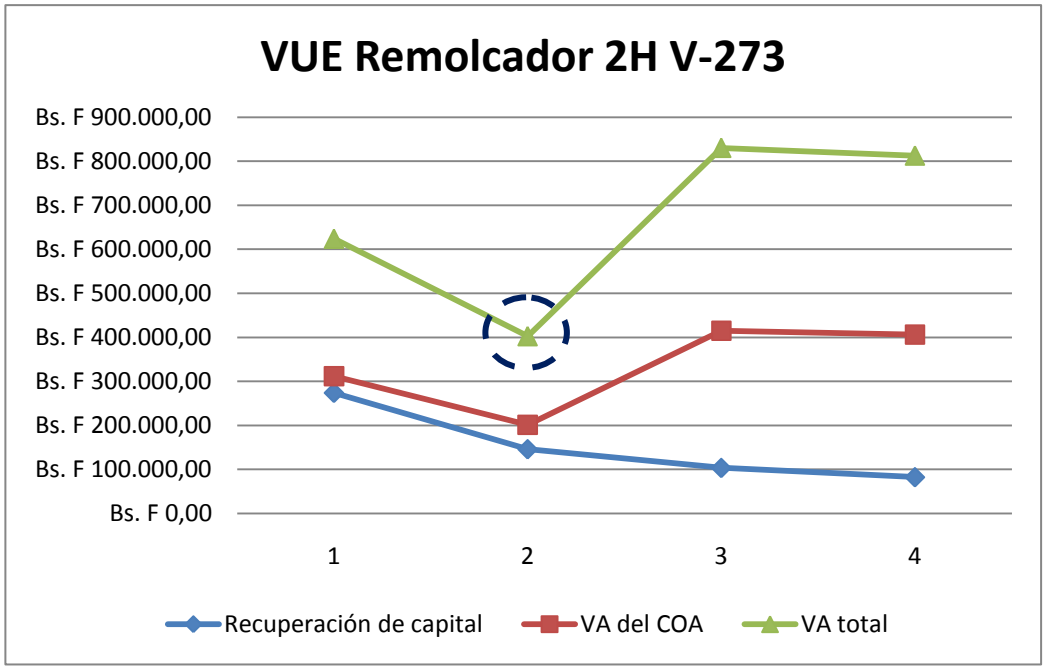


GRÁFICO No. 8: VUE de remolcadores V-273

Fuente: Apéndice N°7

Como se puede evidenciar en la gráfica N°8 el costo mínimo del Valor Anual Total es a los 2 años, esto significa que cuando los equipos concluyan este período de tiempo operativos, se les debe realizar un estudio de remplazo para determinar si es conveniente remplazarlo cumplido ese período de tiempo o de inmediato para minimizar los costos totales del equipo.

La VUE para los remolcadores Caterpillar Skidder es de 1 a 2 años, esto varía de acuerdo a las condiciones de la empresa y las vías por donde transitan estos equipos, así como el uso por parte de los operarios que no se encuentran calificados para el uso de estos equipos (ver apéndice N°9 y N°10).

Los equipos Tiger Taylor Dunn no son apropiados para las condiciones de la planta, esto se debe a las características técnicas de los remolcadores, los cuales no cuentan con la capacidad de arrastre para desarrollar las actividades del área de Reducción, por tanto desde el punto de vista económico estos equipos no son factibles para las operaciones que se realizan en la planta, ya que mantenerlos implican altos costos asociados a mantenimiento (ver apéndice N°11).

Consideraciones:

Los datos tomados para el cálculo de la VUE fueron los suministrados el sistema Warehouse de CVG Venalum los cuales fueron revisados de forma que los datos tomados pertenecieran al equipo y realmente fueran el mantenimiento que indicaban ya que en algunas ocasiones ingresan datos de un equipo a otro. Además existen otros inconvenientes con los datos para este método dado que los datos a veces se cargan y a veces no o son cargados con datos incorrectos. Sin embargo estos fueron los únicos datos disponibles para la aplicación de este método.

6.3 Requerimiento de Remolcadores para el Pool de Mantenimiento

Los remolcadores de las áreas salen fuera de servicio cuando requieren mantenimiento correctivo, preventivo, programado y rutinario, y las áreas requieren contar con una disponibilidad de equipos en toda ocasión para poder desarrollar sus actividades de producción, y para ello se creó el Pool, que no es más que una serie de equipos perteneciente a Taller de Equipos Móviles Industriales que se encuentran disponibles para cubrir los requerimientos de las áreas en caso que alguno de los equipos asignados a las mismas requieran de algún mantenimiento por un tiempo prolongado.

Hasta ahora se ha tomado como Pool el 25% del total de los equipos, ya que se encuentran diferentes marcas se ubica como Pool el 25% del requerimiento de cada una. Esta cantidad se ha dado por experiencia más que por estadísticas, o frecuencia de mantenimientos, por ese motivo se analizó un año (2011) de mantenimientos programado, correctivo y preventivo de los veintiún (21) equipos requeridos por las diferentes áreas donde se evaluó la frecuencia (Ver Figura N°9) de los equipos en mantenimiento mes a mes para así obtener un promedio anual de los equipos requeridos (ver Cuadro n° 16) para cumplir los planes de mantenimiento sin que las áreas de producción se vean afectadas.

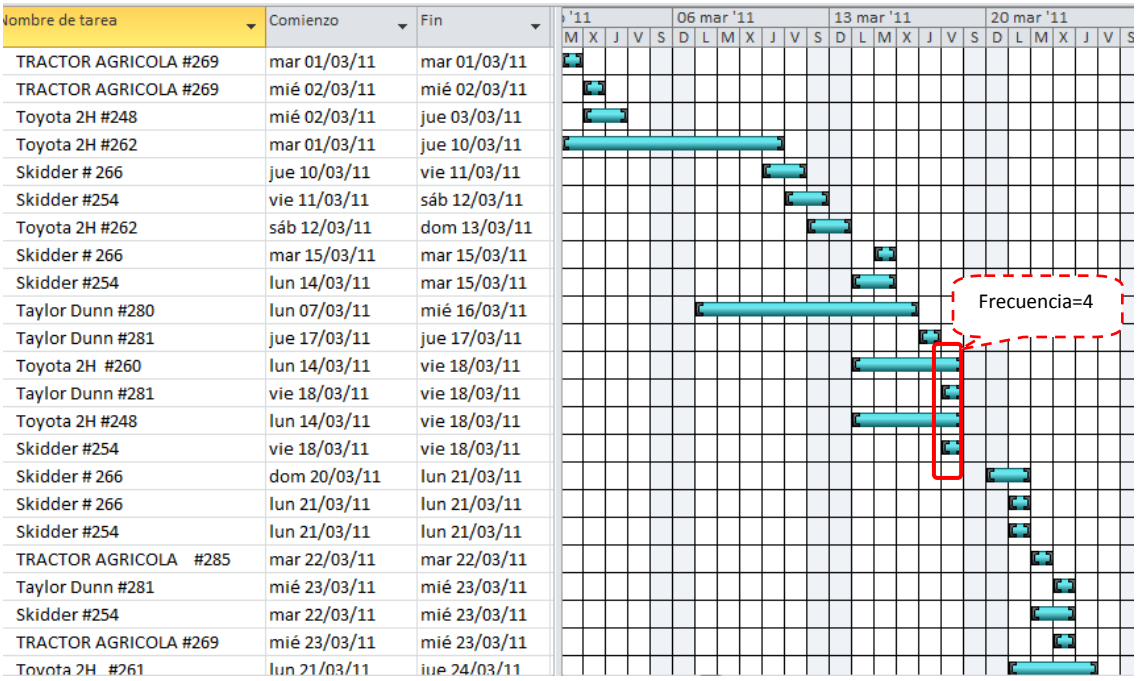


FIGURA N° 9: Días de parada por mantenimiento de los Remolcadores mes de marzo 2011.

Fuente: CD Anexo

A continuación la frecuencia Promedio de los remolcadores de CVG Venalum (Ver Cuadro N°16):

CUADRO N°. 16: Pool de Remolcadores CVG Venalum

Mes	Frecuencia
Enero	6
Febrero	6
Marzo	5
Abril	6
Mayo	8
Junio	6
Julio	7
Agosto	7
Septiembre	8
Octubre	8
Noviembre	7
Diciembre	7
Promedio	**7**

Fuente: Propia

Se obtuvo como resultado de este análisis que el número requerido de remolcadores para el pool, de acuerdo a la frecuencia de mantenimiento anual, es de 7 equipos móviles representando el 35% del requerimiento.

6. 4 Gestión de Compra de repuestos y equipos.

Actualmente los equipos móviles de CVG Venalum están en emergencia constante, trayendo como consecuencia que una vez llegan los repuestos para los equipos y son liberados por aduana (en el caso de los internacionales) no se realizan las reservas (solicitud de repuesto) oportunamente, lo cual ocasiona que no se encuentren en tiempo real los inventarios de repuestos de almacén, por lo tanto si no se cubren en tiempo real las reservas en el SAP se da a entender a cualquier usuario del mismo que se encuentran en existencia repuestos que ya han sido entregados lo cual indica existencia de fallas en los inventarios de los repuestos suministrados en almacén en cuanto al tiempo real de los mismos.

Los remolcadores Toyota 2H tienen codificado todo su despiece y los Caterpillar Skidder código 266 y 267 solo la caja y motor, en este caso la Gerencia Mantenimiento Industrial solicita los repuestos a almacén y si este tiene el repuesto en stock, se hace una *petición de solicitud de pedido de repuesto por stock*. Los equipos que no se encuentran codificados, la Gerencia de Mantenimiento Industrial Solicita la inclusión de código a Normalización para poder realizar la *petición solicitud de compra del repuesto por cargo directo* a Compras.

Una vez que la solicitud de pedido llega a compras se hacen las peticiones de ofertas, las cuales una vez analizadas y aprobada una de ellas realiza la asignación del pedido para la compra. Luego de culminar este proceso, el envío tarda en llegar a Venezuela cuarenta y cinco (45) días, y un mes en trámites de aduana. Este es el tiempo normal para la adquisición de los

repuestos de remolcadores sin embargo actualmente tardan al menos seis (6) meses debido a la situación económica actual de la empresa.

La adquisición para el remplazo de equipos puede durar como mínimo un año. A continuación se mencionan los pasos para efectuar la compra de un equipo móvil (remolcador):

1. Solicitud de pedido de equipo(s) el cual es enviado por el solicitante, Gerencia Mantenimiento Industrial a la Unidad de Compras.

2. Petición de Oferta y Recepción de Oferta, son recibidas en División Contrataciones Bienes y Materiales, de acuerdo a los montos (mayores a 20.000 UT) es enviado a Junta Directiva

3. Apertura de Ofertas, se realiza el análisis de las ofertas recibidas, se envían a Revisión Técnica y Homologación de las condiciones de entrega para elaborar el informe comercial.

4. Posteriormente se aprueba la adjudicación al vendedor para proceder a colocar la orden de compra al vendedor.

En condiciones normales estos trámites de remplazo de equipos deberían de tardar seis (6) meses aproximadamente de los cuales son tres de fabricación de los equipos dado que la Toyota los fabrica a Venalum solo bajo pedido, el envío tarda en llegar a Venezuela cuarenta y cinco (45) días y un mes en trámites de aduana. Sin embargo desde el 2009 se hizo la petición de nuevos equipos de los cuales los trámites dentro de la empresa duraron hasta febrero de 2012 y a la fecha aún no se han adquirido los remolcadores debido a la situación económica de la empresa.

6.5 Evaluación Económica

Después de analizar la situación actual de los remolcadores pertenecientes a la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción, y en función de mejorar las

condiciones operativas y productivas de dichas Gerencias, se consideraron dos alternativas para realizar la evaluación económica, Mantener la Situación Actual y Remplazar los Remolcadores.

6.5.1 Mantener la Situación Actual

Al considerar mantener la Situación Actual se asume que los remolcadores continuarán con fallas, por ende se mantendrán las actividades de mantenimiento necesarias para que los equipos sigan en funcionamiento, mientras llegan los remplazos solicitados desde el año 2009, por lo cual continuarán generando costos por este concepto.

Considerando los mantenimientos: Programado, Preventivo, Correctivo y Rutinario, se tiene un costo en los últimos cinco (5) años (sin considerar el actual año 2012) por este concepto de **Bs. 27.277.416,63** por la Gerencia Carbón y **Bs. 18.266.124,56** por la Gerencia Reducción (ver cuadro N°. 22) sumando **Bs 45.543.541,19**, con un total de 2.058 Ordenes de Trabajo Generadas por los catorce (14) equipos asignados a estas áreas, como consecuencia de la situación actual de los remolcadores, lo cual arroja un costo promedio anual de mantenimiento de **Bs. 5.455.483,33** en la Gerencia de Carbón y **Bs. 3.653.224,91**. la Gerencia de Reducción.

6.5.2 Remplazar los remolcadores

En vista de las constantes fallas en los equipos, los altos costos por mantenimiento y de la superación de la vida útil de los mismos, se propone el remplazo de los siete (7) remolcadores de la Gerencia Carbón y siete (7) remolcadores de la Gerencia Reducción.

Para el análisis económico los indicadores utilizados para la comparación de las alternativas fueron los indicadores de Valor Presente Neto (VPN) y Costo Anual Uniforme Equivalente debido a que por la naturaleza de las actividades que desarrollan los remolcadores no se maneja ingresos por venta y los

flujos de caja están representados netamente por costos, es decir, que los ingresos de la empresa son independientes del activo en sí.

Para la elaboración del análisis económico se tiene:

- La inversión inicial para el remplazo de los remolcadores es de Bs. 4.904.703,79 por cada Gerencia.
- El costo total por mantenimiento asociado a la situación actual para la Gerencia Carbón y Gerencia Reducción es de Bs. 5.455.483,33 y Bs. 3.653.224,91 anuales, respectivamente. Para el cálculo de los costos por mantenimiento de la situación propuesta se tienen varias opciones, estimándose un 30%y 40% de la inversión inicial.
- El Costo de Capital utilizado fue de un 14% anual para el análisis de inversiones capitalizables.
- El horizonte económico será de cinco (5) años dado que se trata de un equipo móvil industrial.
- En CVG Venalum se utiliza el método de depreciación lineal con un valor de salvamento cero (0).

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación económica, se tienen los siguiente VPN y CAUE para Gerencia Carbón y Gerencia Reducción (Ver Cuadro N° 17 y Cuadro N° 18, respectivamente)

CUADRO N°. 17: Resumen Evaluación Económica Gerencia Carbón

Remplazo de los Remolcadores con un costo de mantenimiento de 30%			
indicador	**Mantener la Situación Actual**	**Remplazo Remolcadores**	**Diferencia**
VPN	Bs. 18.729.116,00	Bs. 5.986.196,27	Bs. 12.742.919,72
CAUE	Bs. 5.455.483,33	Bs. 1.743.680,48	Bs. 3.711.802,85
Remplazo de los Remolcadores con un costo de mantenimiento de 40%			
indicador	**Mantener la Situación Actual**	**Remplazo Remolcadores**	**Diferencia**
VPN	Bs. 18.729.116,00	Bs. 9.353.845,33	Bs. 9.375.270,67
CAUE	Bs. 5.455.483,33	Bs. 2.724.621,24	Bs. 2.730.862,09

Fuente: Propia

La alternativa propuesta es la que represente menos costos para la empresa, es decir, la que represente el menos VPN y CAUE; por lo tanto la alternativa más conveniente para la empresa desde el punto de vista económico es la alternativa de remplazo con costo de mantenimiento de 30%. Como se observa, es más factible para CVG Venalum el remplazo de los equipos inclusive cuando se considera un costo de mantenimiento sumamente elevado (40% de la inversión inicial), la alternativa de reemplazar los equipos, representa un ahorro anual aproximado de Bs. 2.730.862,09 anualmente.

CUADRO N°. 18: Resumen Evaluación Económica Gerencia Reducción

Remplazo de los Remolcadores con un costo de mantenimiento de 30%			
Indicador	**Mantener Situación Actual**	**Remplazo Remolcadores**	**Diferencia**
VPN	Bs. 12.541.816,91	Bs. 6.846.670,62	Bs. 5.695.146,29
CAUE	Bs. 3.653.224,91	Bs. 1.994.322,50	Bs. 1.658.902,41
Remplazo de los Remolcadores con un costo de mantenimiento de 40%			
Indicador	**Mantener Situación Actual**	**Remplazo Remolcadores**	**Diferencia**
VPN	Bs. 12.541.816,91	Bs. 9.353.845,33	Bs. 3.187.971,59
CAUE	Bs. 3.653.224,91	Bs. 2.724.621,24	Bs. 928.603,67

Fuente: Propia

La alternativa más factible para la empresa desde el punto de vista económico, es el remplazo de los Remolcadores con un costo de mantenimiento de 30%. Ya que representa los VPN y CAUE más reducidos, de las opciones analizadas. Aún cuando se considera un costo de mantenimiento elevado (40% de la inversión inicial), la alternativa de reemplazar los equipos, representa un ahorro anual de al menos Bs. 928.603,67

6.6 Plan de acción en función de las fallas presentadas en los Remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción.

Los remolcadores de CVG Venalum poseen actualmente una gran cantidad de fallas asociadas a distintas causas, por este motivo se plantean ciertas estrategias asociadas a un plan de acción con el fin de corregirlas y disminuir los costos asociados a los equipos en la empresa (ver cuadro N° 19).

CUADRO N°. 19: Estrategias del Plan de Acción

1.- Gerencia Ingeniería Industrial					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Quién?	¿Cuándo?
Realizar estudios de factibilidad económica de los remolcadores	Determinar el factor condición de los equipos para determinar si es pertinente el remplazo de los mismos.	-Determinar el personal que se encargará de las inspecciones de la Gerencia Ing. Industrial y el mecánico. -Adquirir los costos actuales de los equipos a solicitar.	Recursos: Humanos Materiales Tecnológicos	Especialista de Proyectos de la Gerencia Ingeniería Industrial	Cuando cada equipo cumpla con dos (2) años operativo.
2.- Departamento de Compras y Junta Directiva					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Quién?	¿Cuándo?
Remplazar los remolcadores pertenecientes a las gerencias de Carbón y Reducción con remolcadores que se ajusten	Agilizar el proceso de compra de los equipos para poder mejorar la productividad de la empresa.	-Establecer costos. -Determinar cuántos equipos requieren ser remplazados actualmente.	Recursos: Humanos Materiales Económicos Tecnológicos	Junta Directiva de CVG Venalum y Jefe de Compras	Menos de un año.

a las necesidades de la empresa.					
3.- Gerencia de Mantenimiento Industrial					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Quién?	¿Cuándo?
Dictar charlas diarias cortas antes al inicio de turno	Capacitación diaria de las pautas necesarias para el manejo de los remolcadores.	-Determinar encargado(s) de las Charlas.	Humanos	Encargado de la Flota de Remolcadores	Todos los días con una duración de cinco (5) minutos antes de la entrega de los equpos
Implementar charlas trimestrales del uso, capacidad, manejo, y seguridad industrial de los remolcadores.	Capacitación respecto al uso, capacidad, manejo y seguridad industrial a todo los operadores de los remolcadores.	-Determinar encargado de las charlas y solicitar apoyo a Hig. y Seg. Industrial.	Recursos: Humanos Tecnológicos	Encargado de la Flota de Remolcadores	Trimestrales de aquí en adelante.
4.-Departamento de Compras y Almacén					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Quién?	¿Cuándo?
Abastecer el almacén con repuestos de los remolcadores usados en la empresa y cumplir con los planes de mantenimiento preventivo para poder disminuir costos por mantenimiento correctivo.	-Realizar la compra oportuna de los repuestos. -Codificar los repuestos de los equipos operativos en planta.	-Incluir los códigos de todos los equipos que posean más de un (1) año operativo. -Determinar los repuestos necesarios para aplicar mantenimiento preventivo. -Determinar costos necesarios.	Recursos: Financieros Tecnológicos Humanos	Jefe de Departamento de Compras y encargado de inventario de Almacén.	Regularmente

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

Una vez analizada la situación actual, y los resultados obtenidos de este estudio, se puede concluir:

1. La Gerencia Carbón tiene una asignación de siete (7) remolcadores de los cuales actualmente se encuentran operativos solo dos (2) tractores y un remolcador Toyota 2H. En cuanto a Gerencia Reducción de siete (7) remolcadores asignados solo se encuentran operativos un (1) Caterpillar Skidder y un (1) Toyota 2H.

2. Los operadores de remolcadores de CVG Venalum, no poseen un grado de instrucción apropiado para el manejo de estos equipos móviles, esto implica que no los operen adecuadamente y por tanto a que tiendan a tener fallas continuas estos equipos y por ende acarreen altos costos por mantenimiento.

3. Las vías por donde transitan los equipos móviles se encuentran deterioradas, lo cual incide en el desgaste prematuro de los equipos móviles.

4. El Factor de Servicio se mantuvo sobre la meta hasta el año 2009, a partir del año 2010 empezó a verse afectada la disponibilidad de los remolcadores en la empresa. La disminución del F/S se encuentra asociada a equipos con vida útil cumplida que se mantienen operativos, como es el caso de los remolcadores Toyota 2H de los cuales el V-261 y V-273 superan siete (7) años, V-259 y V-260 superan cinco (5) años como Activos Fijos en la empresa, la compra de nuevas marcas por inconvenientes con los fabricantes de los remolcadores Toyota 2H el año 2009, como lo fueron los Tiger Taylor Dunn, equipos con motor y caja con excelentes capacidades, pero que no se adecuaban a las condiciones y necesidades de CVG Venalum,

lo que conllevó, a tener fallas con los frenos, tren delantero y suspensión. Estos últimos equipos, actualmente se encuentran fuera de servicio, y desmantelados.

5. La vida útil desde el punto de vista económico de los remolcadores para las áreas de Carbón y Reducción se estiman para dos (2) años, debido a las condiciones de la Planta, de acuerdo a los datos disponibles para el cálculo de esta. Sin embargo a los tractores no se les pudo aplicar este análisis por falta de datos de mantenimiento en el historial de los mismos.

6. Para el Pool de CVG Venalum se requieren siete (7) equipos remolcadores, es decir, el 35% de requerimiento de área para cumplir con las actividades de producción de la planta.

7. Una vez que se hace la solicitud de compra de repuestos de remolcadores, ya sea por cargo directo o stock de almacén, llega a compras y luego de culminar el proceso de adjudicación, el envío tarda en llegar a Venezuela cuarenta y cinco (45) días, y un (1) mes en trámites de aduana.

8. La compra de los equipos móviles (remolcadores) dura al menos un (1) año en hacerse efectiva, una vez que se apruebe la compra de los equipos, que dependiendo del monto de la compra puede realizarlo compras o la Junta Directiva. La fabricación y ensamble de los remolcadores dura seis (6) meses, el traslado de Japón a Venezuela cuarenta y cinco (45) días (si no es época de lluvias, dado que estos equipos son trasladados en buques), para posteriormente durar un (1) mes en trámites de aduana.

9. La evaluación económica arrojó que, aun adquiriendo equipos con un costo por mantenimiento de 40% de la inversión inicial, es más

rentable desde el punto de vista económico para la empresa, que mantener la situación actual, motivado a que el valor presente neto de la propuesta es menor (Gerencia Carbón Bs. 9.353.845,33 y Gerencia Reducción Bs. 9.353.845,33) que el de la existente (Gerencia Carbón Bs. 18.729.116,00 y Gerencia Reducción Bs. 12.541.816,91). Por lo tanto es más viable económicamente el remplazo de la flota de remolcadores de las Gerencias Carbón y Reducción, para aminorar costos. Debido a que de los catorce (14) equipos asignados a las áreas de Carbón y Reducción solo se encuentran operativos cinco, no se consideró incluir la opción repotenciar en este estudio, dado que el resto de los equipos se encuentran desmantelados totalmente por lo cual repotenciar los catorce (14) equipos no es una opción desde el punto de vista económico.

RECOMENDACIONES

Después de analizar todos los aspectos correspondientes a los resultados y conclusiones, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Remplazar los Remolcadores de la Gerencia Carbón y la Gerencia Reducción.

2. Reanudar la aplicación del mantenimiento preventivo en los equipos móviles, y verificar su cumplimiento.

3. Solicitar a los supervisores de las áreas abrir las Órdenes de Trabajo respectivas, para poder llevar un control y seguimiento de los equipos, para evitar que hayan equipos fuera de servicio, sin Órdenes abiertas.

4. Realizar inspecciones constantes a las áreas por donde transitan los remolcadores, y en caso de haber daños realizar las reparaciones pertinentes.

5. Realizar la evaluación de remplazo de los remolcadores de las áreas de Carbón y Reducción cuando estos tengan un dos (2) años operativos para verificar si es efectivamente pertinente su remplazo en ese momento.

6. Utilizar el pool propuesto por este informe, el cual fue calculado de acuerdo a los mantenimientos del año 2011 y de este modo se logren cumplir tanto los planes de mantenimientos de los equipos así como los planes de producción de las áreas.

7. Capacitar, con respecto al uso, capacidad, manejo y seguridad de los equipos móviles; mediante curso, teórico-práctico, de manejo de defensivo y ofensivo al ingreso del operador al cargo y anualmente, así como charlas diarias (5 minutos), teniendo en cuenta las pautas requeridas para el manejo de dichos equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BLANK L. TARQUIN, A (1990). **Ingeniería Económica.** México. Editorial McGraw - Hill.

2. GUTIÉRREZ, H (1997). **Calidad Total y Productividad.** México.Editorial Mc Graw - Hill.

3. SABINO,C. (2002). **El Proceso de la Investigación**. Editorial Panapo. Caracas-Venezuela

4. THUESEN, H. FABRICKY, W (1986). **Ingeniería Económica.** México. Editorial Prentice –Hall Hispano Americana, S.A.

5. TAMAYO Y TAMAYO(2001). **El Proceso de la Investigación Científica**. (4° edición), México: Editorial Limusa, C.A.

6. TAYLOR George (1985) **"Ingeniaría Económica"** Editorial Limusa Segunda Edición, México.

7. Venezolana de Aluminio, **VENALUM**. [Página Web en línea]. Disponible: http://www. Venalumi.com [Consulta: 2012, marzo 13].

8. [Pagina Web en Línea].
   Disponible: http://www.gestiopolis.com/canales3/fin/finproinv.htm.

9. [Pagina Web en Línea].
   http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/ENCUESTA_Trabajo.pdf

10. [Pagina Web en Línea].
    «http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Curva_de_la_bañera&oldid=53417766»

APENDICES

APENDICE N°. 1:

Costos de Mantenimiento en los Remolcadores el año 2007

MANTENIMIENTO					
Gerencia	Equipo	*Año 2007*			
		Rutinario	*Preventivo*	*Correctivo*	*Programado*
CARBÓN	261	Bs. 18.373,03	Bs. 126.269,40	Bs. 729.866,91	Bs. 4.708,16
	273	-	-	-	-
	284	-	-	-	-
	285	-	-	-	-
	286	-	-	-	-
	259	Bs. 23.316,59		Bs. 2.560.206,88	Bs. 0,00
	260	Bs. 23.249,33	Bs. 5.212,60	Bs. 3.066.396,95	Bs. 3.127,56
REDUCCIÓN	281	-	-	-	-
	280	-	-	-	-
	275	-	-	-	-
	277	-	-	-	-
	266	-	-	-	-
	267	-	-	-	-
	262	Bs. 23.316,59	Bs. 3.127,56	Bs. 2.434.088,79	Bs. 4.573,64
TOTAL CARBÓN		Bs. 64.938,95	Bs. 131.482,01	Bs. 6.356.470,75	Bs. 7.835,72
TOTAL REDUCCIÓN		Bs. 23.316,59	Bs. 3.127,56	Bs. 2.434.088,79	Bs. 4.573,64
TOTAL		**Bs. 88.255,54**	**Bs. 134.609,57**	**Bs. 8.790.559,54**	**Bs. 12.409,36**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

APENDICE N°2

Costos de Mantenimiento en los Remolcadores el año 2008

MANTENIMIENTO					
Gerencia	Equipo	*Año 2008*			
		Rutinario	*Preventivo*	*Correctivo*	*Programado*
CARBÓN	261	Bs. 8.686,20	-	Bs. 209.458,70	Bs. 1.033,41
	273	-	Bs. 554,18	Bs. 36.932,02	Bs. 289,12
	284	-	-	-	-
	285	-	-	-	-
	286	-	-	-	-
	259	Bs. 1.655,77	Bs. 7.965.479,55	Bs. 95.194,10	Bs. 13.520,45
	260	Bs. 11.900,22		Bs. 50.189,81	Bs. 5.422,27
REDUCCIÓN	281	-	-	-	-
	280	-	-	-	-
	275	-	-	-	-
	277	-	-	-	-
	266	Bs. 6.074,17	-	Bs. 32.535,98	-
	267	Bs. 6.072,82	-	Bs. 1.394.795,66	-
	262	Bs. 7.450,81	Bs. 258,96	Bs. 54.200,75	Bs. 849,81
TOTAL CARBÓN		Bs. 22.242,20	Bs. 7.966.033,74	Bs. 391.774,63	Bs. 20.265,25
TOTAL REDUCCIÓN		Bs. 19.597,80	Bs. 258,96	Bs. 1.481.532,40	Bs. 849,81
TOTAL		**Bs. 41.840,00**	**Bs. 7.966.292,69**	**Bs. 1.873.307,02**	**Bs. 21.115,06**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

APENDICE N° 3

Costos de Mantenimiento en los Remolcadores el año 2009

MANTENIMIENTO					
Gerencia	Equipo	*Año 2009*			
		Rutinario	*Preventivo*	*Correctivo*	*Programado*
CARBÓN	261	Bs. 195.269,51	-	Bs. 783.464,72	Bs. 83.588,16
	273	Bs. 215.382,04	-	Bs. 382.196,31	Bs. 57.797,72
	284	-	-	-	-
	285	-	-	-	-
	286	-	-	-	-
	259	Bs. 14.405,23	-	Bs. 5.472,87	
	260	Bs. 214.563,19	-	Bs. 468.885,44	Bs. 171.440,45
REDUCCIÓN	281	-	-	-	-
	280	-	-	-	-
	275	Bs. 130.190,51	-	Bs. 264.197,31	-
	277	Bs. 58.162,81	-	Bs. 123.743,34	Bs. 60.660,48
	266	Bs. 103.072,93	-	Bs. 706.297,34	Bs. 41.794,08
	267	Bs. 107.061,36	-	Bs. 904.388,50	-
	262	Bs. 105.182,46	-	Bs. 758.291,40	Bs. 63.980,40
TOTAL CARBÓN		Bs. 639.619,97	Bs. 0,00	Bs. 1.640.019,34	Bs. 312.826,33
TOTAL REDUCCIÓN		Bs. 503.670,07	Bs. 0,00	Bs. 2.756.917,89	Bs. 166.434,96
TOTAL		**Bs. 1.143.290,04**	**Bs. 0,00**	**Bs. 4.396.937,23**	**Bs. 479.261,29**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

APENDICE N°.4:

Costos de Mantenimiento en los Remolcadores el año 2010

MANTENIMIENTO					
Gerencia	Equipo	*Año 2010*			
		Rutinario	*Preventivo*	*Correctivo*	*Programado*
CARBÓN	261	Bs. 224.991,58	-	Bs. 927.118,83	Bs. 241.319,38
	273	Bs. 220.323,41	-	Bs. 548.130,43	Bs. 112.396,60
	284	-	-	-	-
	285	-	-	-	-
	286	-	-	-	-
	259	Bs. 129.656,28	-	Bs. 472.432,78	-
	260	Bs. 219.630,04	-	Bs. 547.747,03	Bs. 759.327,67
REDUCCIÓN	281	Bs. 162.575,22	-	Bs. 227.538,77	Bs. 29.334,10
	280	Bs. 193.997,90	-	Bs. 314.143,63	Bs. 27.128,81
	275	Bs. 99.561,26	-	Bs. 99.561,26	-
	277	Bs. 105.438,07	-	Bs. 80.337,05	Bs. 81.660,35
	266	Bs. 122.833,50	-	Bs. 1.335.588,36	-
	267	Bs. 124.890,34	-	Bs. 881.246,92	-
	262	Bs. 156.102,24	-	Bs. 500.737,02	Bs. 396.083,84
TOTAL CARBÓN		Bs. 794.601,31	Bs. 0,00	Bs. 2.495.429,07	Bs. 1.113.043,65
TOTAL REDUCCIÓN		Bs. 965.398,53	Bs. 0,00	Bs. 3.439.153,01	Bs. 534.207,10
TOTAL		**Bs. 1.759.999,84**	**Bs. 0,00**	**Bs. 5.934.582,08**	**Bs. 1.647.250,75**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

APENDICE N°. 5

Costos de Mantenimiento en los Remolcadores el año 2011

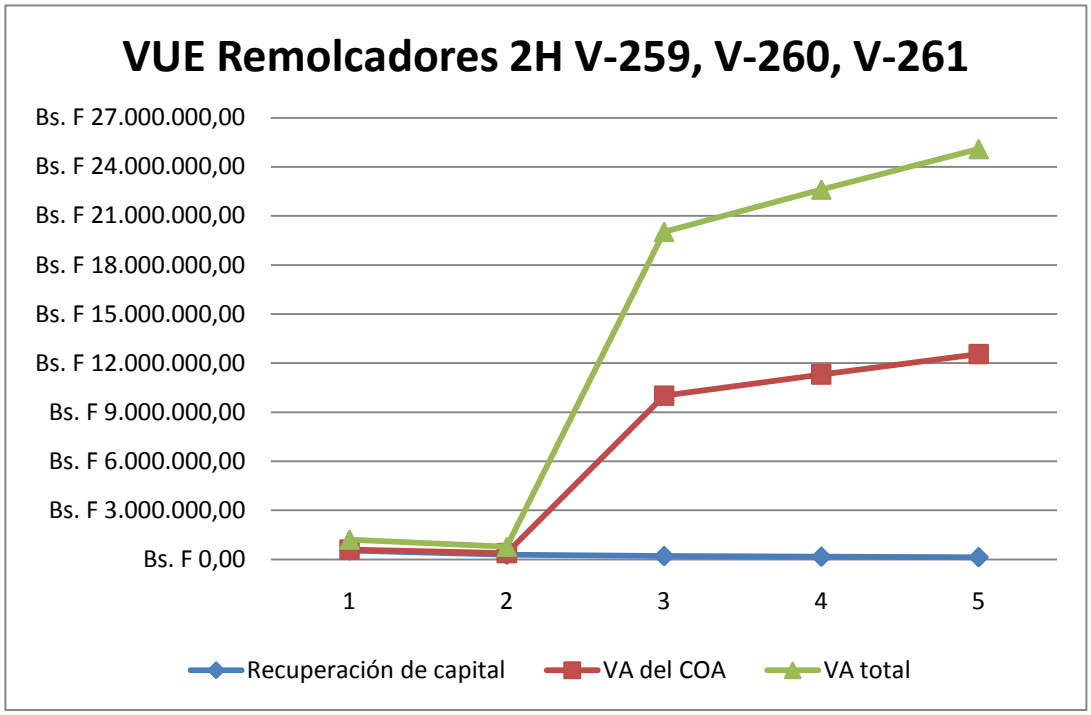
MANTENIMIENTO					
Gerencia	Equipo	*Año 2011*			
		Rutinario	*Preventivo*	*Correctivo*	*Programado*
CARBÓN	261	Bs. 23.613,87	-	Bs. 246.228,84	Bs. 483.296,79
	273	Bs. 0,00	-	Bs. 60.343,96	Bs. 0,00
	284	Bs. 80.081,82	-	Bs. 418.374,42	Bs. 563.112,52
	285	Bs. 55.441,26	-	Bs. 284.844,33	Bs. 142.403,68
	286	Bs. 110.735,85	-	Bs. 529.599,34	-
	259	Bs. 23.613,87	-	Bs. 199.247,49	Bs. 1.498.844,98
	260	Bs. 5.720,13	-	-	Bs. 595.330,57
REDUCCIÓN	281	Bs. 18.920,43	-	Bs. 256.086,69	Bs. 73.335,25
	280	Bs. 6.306,81	-	Bs. 36.698,80	Bs. 215.630,25
	275	-	-	-	-
	277	Bs. 44.147,67	-	Bs. 58.668,20	-
	266	Bs. 70.401,60	-	Bs. 847.319,66	Bs. 1.080.887,88
	267	-	-	-	-
	262	Bs. 229.978,56	-	Bs. 1.211.812,18	Bs. 1.782.803,47
TOTAL CARBÓN		Bs. 299.206,80	Bs. 0,00	Bs. 1.738.638,38	Bs. 3.282.988,54
TOTAL REDUCCIÓN		Bs. 369.755,07	Bs. 0,00	Bs. 2.410.585,53	Bs. 3.152.656,85
TOTAL		**Bs. 668.961,87**	**Bs. 0,00**	**Bs. 4.149.223,91**	**Bs. 6.435.645,39**

Fuente: Data Warehouse CVG Venalum.

APÉNDICE N° 6.

VUE Remolcadores V-259, V-260, V-261

Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 468.381,00			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2004	Bs. 68.660,06	Bs. 533.954,34	Bs. 68.660,61	Bs. 602.614,95
2	2005	Bs. 2.130.250,93	Bs. 284.443,10	Bs. 100.746,12	Bs. 385.189,21
3	2006	Bs. 33.405.364,98	Bs. 201.745,75	Bs. 9.813.113,79	Bs. 10.014.859,54
4	2007	Bs. 6.560.727,42	Bs. 160.748,36	Bs. 11.146.310,82	Bs. 11.307.059,17
5	2008	Bs. 8.362.540,49	Bs. 136.430,02	Bs. 12.411.486,52	Bs. 12.547.916,54



APÉNDICE N° 7.

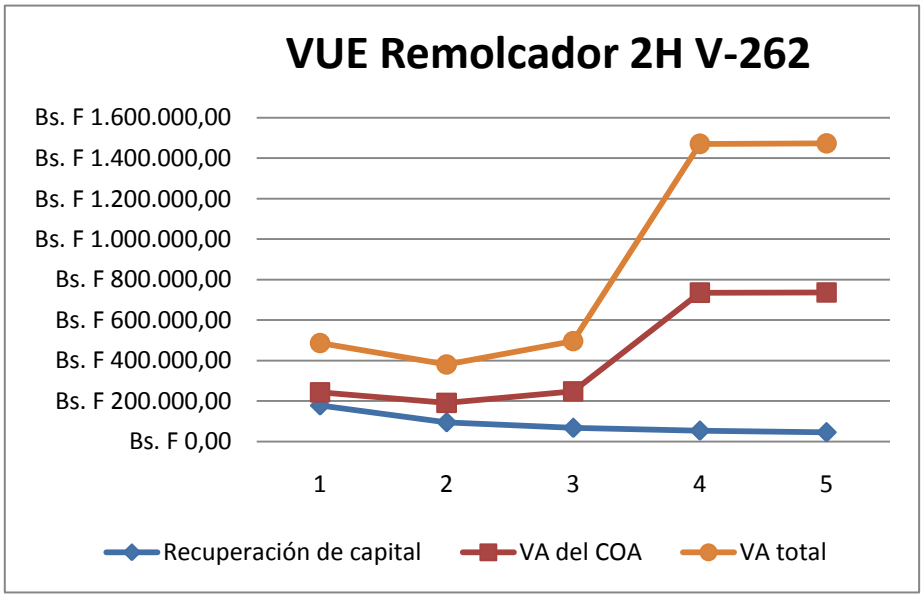
VUE Remolcadore V-273

Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 240.524,78			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2008	Bs. 37.775,32	Bs. 274.198,25	Bs. 37.775,62	Bs. 311.973,87
2	2009	Bs. 655.376,07	Bs. 146.068,29	Bs. 55.428,39	Bs. 201.496,69
3	2010	Bs. 880.850,44	Bs. 103.601,24	Bs. 311.529,27	Bs. 415.130,51
4	2011	Bs. 60.343,96	Bs. 82.548,10	Bs. 323.791,69	Bs. 406.339,80

APÉNDICE N° 8.

VUE Remolcador V-262

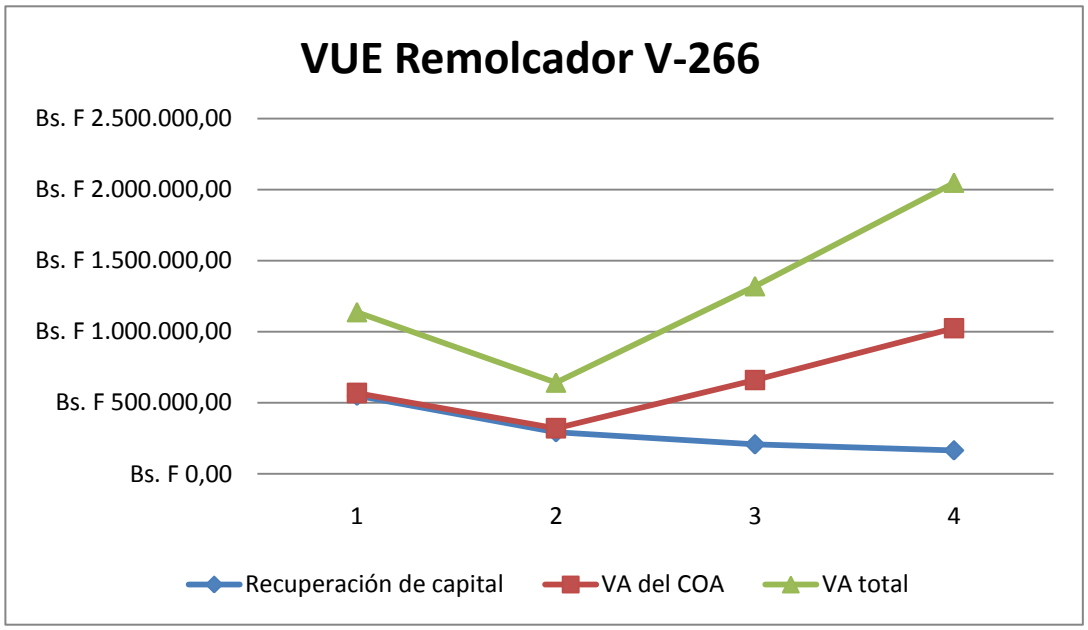
Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 156.127,00			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2004	Bs. 65.045,28	Bs. 177.984,78	Bs. 65.045,80	Bs. 243.030,58
2	2005	Bs. 1.160.005,98	Bs. 94.814,37	Bs. 95.442,08	Bs. 190.256,45
3	2006	Bs. 293.275,33	Bs. 67.248,58	Bs. 180.709,76	Bs. 247.958,34
4	2007	Bs. 2.465.106,59	Bs. 53.582,79	Bs. 681.640,91	Bs. 735.223,70
5	2008	Bs. 62.760,33	Bs. 45.476,67	Bs. 691.135,98	Bs. 736.612,65



APÉNDICE N° 9

VUE Remolcador V-266

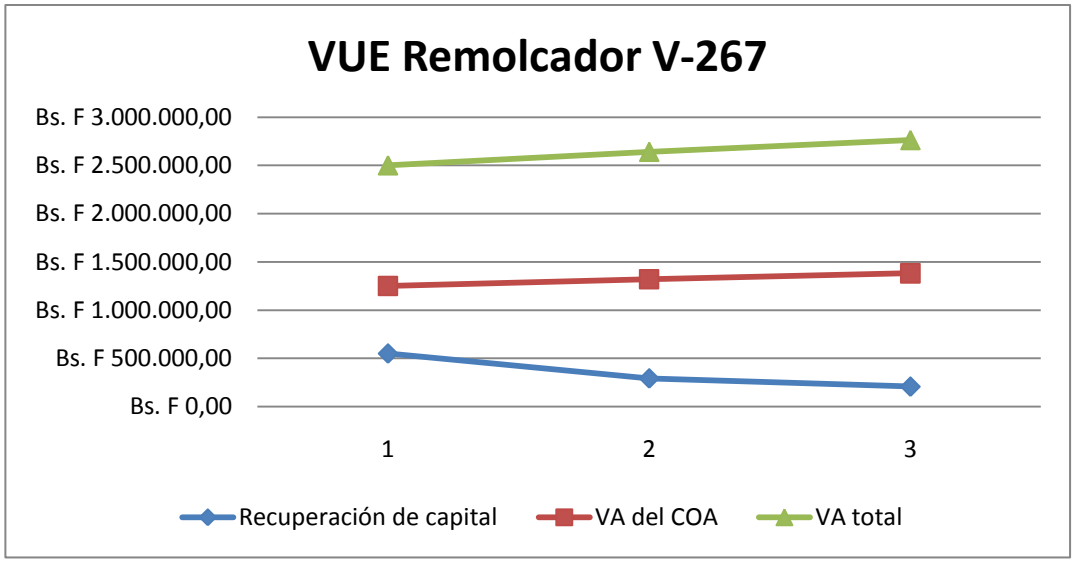
Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 481.791,72			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2008	Bs. 19.305,08	Bs. 549.242,56	Bs. 19.305,23	Bs. 568.547,80
2	2009	Bs. 283.721,45	Bs. 292.587,29	Bs. 28.326,68	Bs. 320.913,98
3	2010	Bs. 1.458.421,86	Bs. 207.522,15	Bs. 452.352,27	Bs. 659.874,41
4	2011	Bs. 1.998.609,00	Bs. 165.350,92	Bs. 858.487,04	Bs. 1.023.837,96



APÉNDICE N° 10

VUE Remolcador V-267

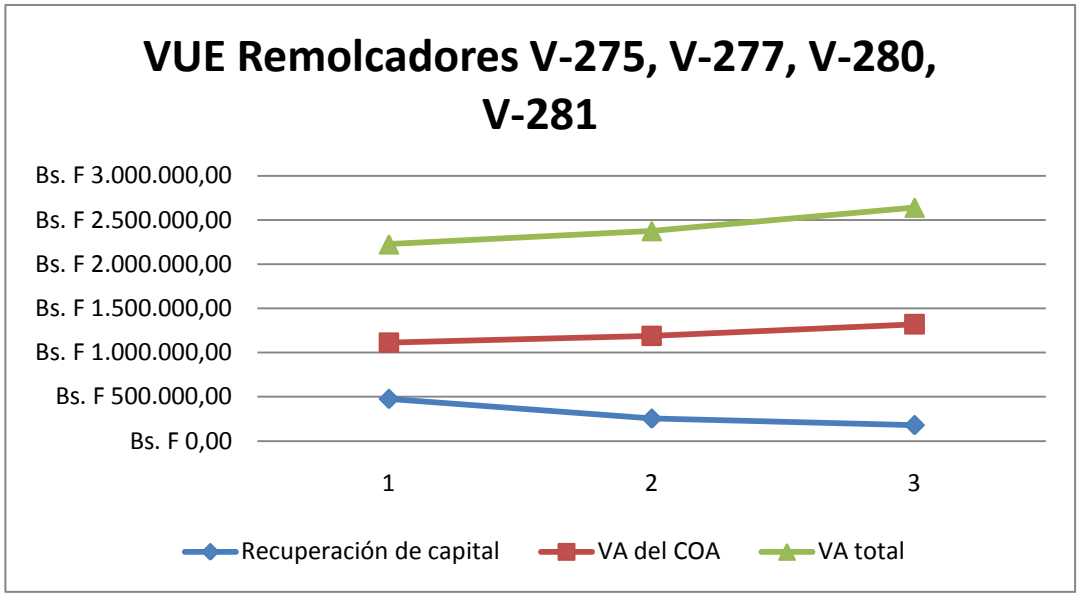
Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 482.391,72			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2008	Bs. 700.434,24	Bs. 549.926,56	Bs. 700.439,84	Bs. 1.250.366,40
2	2009	Bs. 505.724,93	Bs. 292.951,67	Bs. 1.027.759,53	Bs. 1.320.711,19
3	2010	Bs. 503.068,63	Bs. 207.780,59	Bs. 1.174.023,08	Bs. 1.381.803,67



APÉNDICE N° 11

VUE Remolcadores V-275, V-277, V-280, V-281

Costo de Capital		14,00%			
Costo inicial		Bs. 417.896,00			
Año		COA	Recuperación de capital	VA del COA	VA total
1	2009	Bs. 636.954,45	Bs. 476.401,44	Bs. 636.959,55	Bs. 1.113.360,99
2	2010	Bs. 1.421.276,42	Bs. 253.784,06	Bs. 934.614,51	Bs. 1.188.398,57
3	2011	Bs. 709.794,10	Bs. 180.000,34	Bs. 1.140.982,00	Bs. 1.320.982,34



APÉNDICE N° 12 Evaluación Económica Gerencia Carbón

Alternativa 1: Mantener Situación Actual			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 0,00	Bs. 5.455.483,33	Bs. 5.455.483,33
2013		Bs. 5.455.483,33	Bs. 5.455.483,33
2014		Bs. 5.455.483,33	Bs. 5.455.483,33
2015		Bs. 5.455.483,33	Bs. 5.455.483,33
2016		Bs. 5.455.483,33	Bs. 5.455.483,33
Índices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (Bs/año)			Bs. 5.455.483,33
Valor Presente Neto			Bs. 18.729.116,00
Costo Anual Equivalente			Bs. 5.455.483,33

Alternativa 2: Reemplazar Remolcadores			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 4.904.703,79	Bs. 1.471.411,14	Bs. 6.376.114,93
2013		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2014		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2015		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2016		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
Índices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (30% inversión)			Bs. 1.471.411,14
Valor Presente Neto			Bs. 9.353.845,33
Costo Anual Equivalente			Bs. 2.724.621,24

Alternativa 3: Reemplazar Remolcadores			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 4.904.703,79	Bs. 2.452.351,90	Bs. 7.357.055,69
2013		Bs. 2.452.351,90	Bs. 2.452.351,90
2014		Bs. 2.452.351,90	Bs. 2.452.351,90
2015		Bs. 2.452.351,90	Bs. 2.452.351,90
2016		Bs. 2.452.351,90	Bs. 2.452.351,90
Indices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (40% inversión)			Bs. 1.961.881,52
Valor Presente Neto			Bs. 12.721.494,38
Costo Anual Equivalente			Bs. 3.705.562,00

APÉNDICE N° 13 Evaluación Económica Gerencia Reducción

Alternativa 1: Mantener Situación Actual			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 0,00	Bs. 3.653.224,91	Bs. 3.653.224,91
2013		Bs. 3.653.224,91	Bs. 3.653.224,91
2014		Bs. 3.653.224,91	Bs. 3.653.224,91
2015		Bs. 3.653.224,91	Bs. 3.653.224,91
2016		Bs. 3.653.224,91	Bs. 3.653.224,91
Índices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (Bs/año)			Bs. 3.653.224,91
Valor Presente Neto			Bs. 12.541.816,91
Costo Anual Equivalente			Bs. 3.653.224,91

Alternativa 2: Reemplazar Remolcadores			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 4.904.703,79	Bs. 1.471.411,14	Bs. 6.376.114,93
2013		Bs. 490.470,38	Bs. 490.470,38
2014		Bs. 490.470,38	Bs. 490.470,38
2015		Bs. 490.470,38	Bs. 490.470,38
2016		Bs. 490.470,38	Bs. 490.470,38
Índices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (30% inversión)			Bs. 1.471.411,14
Valor Presente Neto			Bs. 6.846.670,62
Costo Anual Equivalente			Bs. 1.994.322,50

Alternativa 2: Reemplazar Remolcadores			
Flujos de Caja			
Año	Inversión	Costo de Mtto (Bs/año)	Flujo de Efectivo
2012	Bs. 4.904.703,79	Bs. 1.471.411,14	Bs. 6.376.114,93
2013		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2014		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2015		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
2016		Bs. 1.471.411,14	Bs. 1.471.411,14
Índices de Rentabilidad			
Costo de Capital			14%
Costo Total de Mantenimiento (40% inversión)			Bs. 1.961.881,52
Valor Presente Neto			Bs. 9.353.845,33
Costo Anual Equivalente			Bs. 2.724.621,24