UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE BOLÍVAR ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA EL SISTEMA DE DESEMPOLVADO EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN Y MOLIENDA, SIDOR C.A. CIUDAD GUAYANA - ESTADO BOLÍVAR.

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES CORASPE V MARIA G. Y PIMENTEL G FRESLAND A. PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado "Análisis técnico-económico para el sistema de desempolvado en el área de Preparación y Molienda, SIDOR C.A. Ciudad Guayana - Estado Bolívar", presentado por los bachilleres: María G., Coraspe V. y Fresland A., Pimentel G. ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:		Firma:
Profesora Marilin Arciniegas		
(Asesora)		

Profesor Dafnis Echeverría

Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

Ciudad Bolívar, Abril 2010.

DEDICATORIA

A nuestro Dios, por habernos dado la vida y la oportunidad de crecer al lado de

los seres más hermosos de este mundo como lo son nuestras familias, que con

muchos sacrificios y humildad nos han orientado a la cima donde nos encontramos.

También por habernos dado esta experiencia inolvidable y por darnos la fe, la

fortaleza, la sabiduría, la provisión y la perseverancia para llegar con éxito a una de

nuestras metas propuestas como norte en nuestras vidas, obtener nuestros títulos

como ingenieros industriales.

A nuestros padres, Marlene Valdez, Ramsés Coraspe, Federico Pimentel y

Lisbeth González por habernos dado su amor, sus sabidurías, sus apoyos y esperanzas

en nosotros y ser pilares fundamentales de todos nuestros éxitos para superar muchos

obstáculos y conocer la importancia de la familia. A todos nuestros hermanos,

hermanas y seres queridos; por toda la confianza que en nosotros han tenido.

Finalmente, queremos dedicar nuestro trabajo de grado, a quien siempre

recordaremos como un amigo muy especial y principalmente, un hermano, a Víctor

E. Rosales V. Nuestras metas son tus metas.

María G., Coraspe V., y

Fresland A., Pimentel G.

iii

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por guiarnos y llevarnos por el camino correcto; por

las alegrías; por las tristezas, las cuales nos dieron fortaleza para superar los

momentos difíciles y aprender de ellos. A nuestros padres, quienes han sabido darnos

la educación, el amor y todo lo necesario para alcanzar nuestros objetivos.

A nuestros tutores, el ingeniero Ernesto Carrillo y la profesora Marilyn

Arciniegas, quienes nos ofrecieron sus conocimientos y todo el apoyo necesario, y

confiaron en nosotros en todo momento. A los Señores. Oscar Carrasco, Luis López y

Luis Rosal por habernos brindado su predisposición para aclarar nuestras dudas y

todo el apoyo y conocimiento necesario para nuestra investigación.

Finalmente, a todas y cada una de las personas que de una u otra manera

colocaron su granito de arena para que nuestro trabajo de grado pudiera realizarse.

María G., Coraspe V., y

Fresland A., Pimentel G.

iv

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo fundamental realizar un análisis técnicoeconómico para el sistema de desempolvado AB/BB-6006 en el área de Preparación y Molienda, SIDOR C.A. Ciudad Guayana-Estado Bolívar, con el propósito de determinar si es viable para la gerencia invertir para la modernización de dicho equipo. La investigación es de tipo descriptiva y proyectiva, con diseño de documental y de campo. Las técnicas empleadas para recolectar los datos necesarios para la realización del estudio fueron: revisión documental, observación directa y entrevistas no estructuradas. Como parte del estudio técnico se aplico el método de modo y efecto de fallas, determinando los componentes o condiciones que presentan fallas potenciales. Posteriormente se elaboró un estudio económico, a través de los centros de costo de la empresa, mostrando el aumento progresivo de los costos de mantenimiento que genera el sistema actual en el periodo comprendido entre el año 2005 al 2009. El estudio económico se basó en la modernización del sistema de desempolvado mediante tres (3) alternativas y compararlo con los costos de mantenimiento del sistema actual, determinándose que la alternativa Nº 1 es la más factible económicamente en comparación con los costos de mantenimiento del sistema actual y en benéficos para la empresa ya que sus costos del VPN= Bsf. 221.275.277,4 y el CAUE= Bsf. 90.851.424,6 son mayores que los de la alternativa Nº 2 y alternativa Nº 3, VPN= Bsf. 220.690.985,8 CAUE= Bsf. 90.611.525,6 y VPN= Bsf. 219.204.731,9 CAUE= Bsf. 90.001.298,0 respectivamente. Se determino que la inversión se recuperaría en un tiempo de nueve (9) días del primer mes del primer año después de la inversión; y finalmente se estimaron mejoras generales si se invierte en esta alternativa.

CONTENIDO

		Página
HOJA	DE APROBACIÓN	ii
DEDIC	CATORIA	iii
AGRA	ADECIMIENTOS	iv
RESU	MEN	v
CONT	TENIDO	vi
LISTA	A DE FIGURAS	xi
LISTA	A DE TABLAS	xii
LISTA	A DE APÉNDICES	xiii
LISTA	A DE ANEXOS	xv
INTRO	ODUCCIÓN	1
CAPIT	FULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR Situación objeto de estudio	
1.2	Objetivos de la investigación	
1.2.1	Objetivo general	
1.2.2	Objetivos específicos	
1.3	Justificación	12
1.4	Alcance	13
1.5	Limitaciones	13
САРІ́Т	ΓULO II. GENERALIDADES	14
2.1	Antecedentes de la empresa	14
2.2	Ubicación geográfica de la empresa	15
2.3	Reseña histórica de la empresa	16

2.3.1	Etapas de la construcción de SIDOR C.A	16
2.3.1.1	Etapa I: Instalación y construcción del complejo siderúrgico	16
2.3.1.2	Etapa II: Construcción del Plan IV	18
2.3.1.3	Etapa III: Reconversión industrial	19
2.3.1.4	Etapa IV: Privatización	20
2.3.1.5	Etapa V: Reestructuración económica	20
2.3.1.6	Etapa VI: Nacionalización de SIDOR, C.A	.22
2.4	Objetivos de la empresa	.22
2.5	Visión de la empresa	24
2.6	Mision de la empresa	.24
2.7	Funcion de la empresa	.25
2.8	Estructura organizativa de la empresa	.25
2.9	Principales instalaciones	26
2.9.1	Planta de pellas	26
2.9.1.1	Proceso productivo de la planta de Pellas	.29
2.9.2	Planta de reducción directa, H y L	30
2.9.3	Planta de reducción directa, MIDREX	30
2.9.4	Acerías eléctricas y coladas continúas de planchones	31
2.9.5	Acería eléctrica y colada continúa de palanquillas	.32
2.9.6	Tren de barra	.32
2.9.7	Tren de alambrón	.33
2.9.8	Planta de cal	.33
2.10	Productos que fabrican	.33
2.10.1	Productos primarios	.33
2.10.1.1	Pellas	.33
2.10.1.2	Hierro de reducción directa (HRD)	.33
2.10.1.3	Cal viva	34
2.10.1.4	Cal hidratada	34
2.10.2	En el área de Productos Planos	34

	Planchones	
2.10.2.2	Planos laminados en caliente (LAC)	35
2.10.2.3	Planos laminados en frío (LAF)	36
2.10.2.4	Planos recubiertos (hojalata y hoja cromada)	36
2.10.3	En el área de Productos Largos	37
2.10.3.1	Palanquillas	37
2.10.3.2	2 Alambrón	37
2.10.3.3	Barras con resaltes para la construcción (Cabillas)	38
2.10.3.4	Tuberías (sin costuras)	38
2.11	Políticas de la empresa	39
2.11.1	Política de calidad	39
2.11.2	Política de seguridad y salud ocupacional	40
2.11.3	Política de medio ambiente	41
2.11.4	Política de personal	42
CAPÍTU	ULO III. MARCO TEÓRICO	43
CAPÍTU 3.1	ULO III. MARCO TEÓRICO	
		43
3.1	Antecedentes de la investigación	43
3.1 3.2	Antecedentes de la investigación	43 47
3.1 3.2 3.2.1	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado	434747
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga	4347474959
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1 3.2.1.2	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga Canastillas	43474959
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1 3.2.1.2 3.2.1.3	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga Canastillas Venturis	43 47 49 59 59
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1 3.2.1.2 3.2.1.3 3.2.1.4	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga Canastillas Venturis Tolva de descarga	434749595960
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1 3.2.1.2 3.2.1.3 3.2.1.4 3.2.1.5	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga Canastillas Venturis Tolva de descarga Válvula rotatoria	434749596060
3.1 3.2 3.2.1 3.2.1.1 3.2.1.2 3.2.1.3 3.2.1.4 3.2.1.5 3.2.1.6	Antecedentes de la investigación Bases teóricas Sistema de desempolvado Filtros de manga Canastillas Venturis Tolva de descarga Válvula rotatoria Cámara limpia	434749596061

3.2.2.1	Sistemas que funcionan por gravedad	65
3.2.2.2	Trasportadoras de cinta y de cadena	67
3.2.2.3	Dispositivo neumático	67
3.2.2.4	Montones	68
3.2.2.5	Tolva	69
3.2.2.6	Silo	69
3.2.3	Mantenimiento industrial	71
3.2.3.1	Objetivos del mantenimiento industrial	71
3.2.3.2	Tipos de mantenimiento industrial	72
3.2.3.3	Niveles del mantenimiento industrial	73
3.2.4	Ingeniería económica	76
3.2.4.1	Objetivo de la ingeniería económica	77
3.2.4.2	Principios ingeniería económica	77
3.2.5	Tasa de interés	78
3.2.5.1	Tipos de tasas	79
3.2.6	Flujo efectivo de caja	80
3.2.7	Valor presente (VP)	81
3.2.8	Valor presente neto (VPN)	82
3.2.9	Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	83
3.2.10	Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)	84
3.2.11	Tasa Interna de Retorno (TIR)	85
3.2.12	Costos	86
3.2.12.1	Objetivos y funciones de los costos	86
3.2.12.2	Clasificación de los costos	87
3.2.12.3	Elementos del costo	88
3.2.13	Sistemas de costos	89
3.2.13.1	Funciones del sistema de costos	89
3.2.13.2	Elementos del sistema de costo	90
3.2.14	Centros de costos	93

3.2.14.1	Tipos de centros de costos	93
3.2.14.2	Especificaciones por centro de costos	94
3.2.14.3	Clase de actividad	94
3.2.15	Diagrama causa-efecto	95
3.2.16	Diagrama de Gantt	96
3.2.17	Método de modo y efecto de fallas	97
3.2.17.1	Beneficios del análisis de modo y efecto de fallas	98
3.3	Bases legales	99
3.3.1	Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela	99
3.3.2	Ley Orgánica del Trabajo	100
3.3.3	Ley Orgánica del Ambiente	101
3.3.4	Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.	102
3.3.5	Decreto Nº 638. Normas sobre calidad del aire y control de la	
	contaminación atmosférica	107
3.4	Definición de términos básicos	112
3.4.1	Aglomerante	112
3.4.2	Dampers	112
3.4.2	Espesador	112
3.4.3	Flauta	112
3.4.4	Granulometría	113
3.4.5	Hidrólisis	113
3.4.6	Placa espejo	113
3.4.7	Zaranda	113
CAPÍTU	JLO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO	114
4.1	Nivel y diseño de la investigación	114
4.1.1	Según el nivel de la investigación	114
4.1.2	Según el diseño de la investigación	115

4.2	Población de la investigación	115
4.3	Muestra de la investigacion	116
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	116
4.4.1	Técnicas	116
4.4.1.1	Revisión documental	116
4.4.1.2	Observación directa	116
4.4.1.3	Entrevistas no estructuradas	117
4.4.2	Instrumentos	117
4.4.2.1	Libreta de anotaciones y lápices	117
4.4.2.2	Cámara fotográfica	117
4.4.2.3	Planos	117
4.4.2.4	Computadora	117
4.5	Técnicas de ingeniería industrial a aplicar	118
4.5.1	Diagrama Causa-Efecto	118
4.5.2	Diagrama De Gantt	118
4.5.3	Análisis de modo y efecto de fallas	118
4.5.4	Ingeniería Económica	119
4.5.5	Mantenimiento Industrial	119
CAPÍTU	JLO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO	OS120
5.1	Diagnóstico de la situación actual del sistema de desempolvad	lo AB/BB-
6006 12	20	
5.2	Análisis de modo y efecto de falla del sistema de desempolvado	lo AB/BB-
6006 12	24	
5.3	Análisis técnico del sistema de desempolvado AB/BB-6006	130
5.3.1	Análisis del grupo Nº 1	132
5.3.1.1	Filtros de mangas	132
5.3.1.2	Canastillas	133

5.3.1.3	Flauta	.133
5.3.1.4	Venturis	.134
5.3.1.5	Válvula rotatoria	.134
5.3.1.6	Acoples	.134
5.3.1.7	Motores, rodamientos y chumaceras	.134
5.3.1.8	Deficiencia de mano de obra	.135
5.3.2	Análisis del grupo Nº 2	.135
5.3.2.1	Aumento de amperaje	.135
5.3.2.2	Manómetro	.135
5.3.3	Requerimientos técnicos para el sistema de desempolvado AB/BB-6006.	.136
5.3.4	Propuesta de mejora	.141
5.3.4.1	Válvula rotatoria	.141
5.4	Evaluación económica del sistema de desempolvado AB/BB-6006	.141
5.4.1	Costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006	.142
5.4.1.1	Costos de materiales y repuestos	.142
5.4.1.2	Costos de mano de obra	.145
5.4.2	Perdida de no producción por intervenciones de mantenimiento	al
sistema	de desempolvado AB/BB-6006	.147
5.4.3	Análisis de factibilidad para la modernización del sistema de	
	desempolvado AB/BB-6006	.149
5.4.3.1	Selección de alternativa factible	.156
5.4.3.2	Recuperación de la inversión	.159
5.5	Estimación de mejoras generales en el área de Preparación	ı y
Moliend	la si se moderniza el sistema de desempolvado AB/B	3B-
6006 16	52	
5.5.1	Beneficios económicos	.163
5.5.2	Beneficio al personal	.163
5.5.3	Beneficio a las instalaciones	.164
5.5.4	Beneficio al ambiente	.165

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
Conclusiones	166
Recomendaciones	168
REFERENCIAS	169
APÉNDICES	172

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1.1 Sistema Bag House-Pulse Jet casa de filtro de manga AB/BB-6006.
(Intranet SIDOR C.A). ,,,, ,,,,,, 4
Figura 1.2 Diagrama Causa-efecto fallas que generan costos de mantenimiento en
el,,,, ,sistema de desempolvado AB/BB-60069
Figura 2.1 Ubicación física de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A)14
Figura 2.2 Organigrama de la empresa. (Intranet SIDOR C.A)
Figura 2.3 Proceso productivo de pellas de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A)25
Figura 2.4 Vista diagonal de Planta de Pellas. (Intranet SIDOR C.A)
Figura 2.5 Flujo grama de Planta de Pellas. (Intranet SIDOR C.A)
Figura 2.6 Sistema de reducción directa de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A)29
Figura 2.7 Proceso de producción de planchones. (Intranet SIDOR C.A)30
Figura 2.8 Planchones. (Intranet SIDOR C.A).
Figura 2.9 Bobinas de chapas laminadas en "caliente. (Intranet SIDOR C.A)33
Figura 2.10 Bobinas laminadas en frío. (Intranet,, SIDOR C.A)
Figura 2.11 Palanquillas. (Intranet SIDOR C.A).
Figura 2.12 Alambrón. (Intranet SIDOR C.A).
Figura 3.1 Elementos mecánicos en un colector de polvo. (www.monografias.com)45
Figura 5.1 Conjunto filtro de mangas-Canastilla
Figura 5.2 Válvula rotatoria.
Figura 5.3 Filtros de mangas y Venturis desgastado y canastillas deformadas con
rupturas
Figura 5.5 Diagrama circular Porcentaje de fallas
Figura 5.6 Comportamiento de los costos entre los períodos 2005-2009142
Figura 5.7 Comportamiento del dinero perdido entre los períodos 2005-2009144
Figura 5.8 Proyección de los costos de mantenimiento del sistema de desempolvado
AB/BB-6006 entre los períodos 2010-2014
Figura 5.9 Recuperación de la inversión.

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Principales usos de los productos que fabrican. (Intranet SIDOR C.A)37
Tabla 3.1 Acabados para fibra de vidrio. (www.monografias.com)54
Tabla 3.2 Características de los tipos de fibras. (www.monografias.com)55
Tabla 3.3 Límites de Calidad del Aire. (Decreto N° 638. Normas sobre Calidad del
Aire y Control de la Contaminación Atmosférica)
Tabla 3.4 Clasificación de zonas de acuerdo con los rangos de concentraciones de
Partículas Totales Suspendidas (PTS). (Decreto $N^{\rm o}$ 638. Normas sobre calidad del
aire y control de la contaminación atmosférica)
Tabla 5.1 Análisis de modo y efecto de fallas
Tabla 5.2 Nivel de prioridad de riesgo de los componentes o condiciones que
presentan fallas
Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del colector
Tabla 5.4 Costos de materiales y repuestos requeridos para mantenimiento del
sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los períodos 2005-2009137
Tabla 5.5 Costo de Contratación de empresas de servicios para mantenimiento del
sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los periodos 2005-2009141
Tabla 5.6 Resumen costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/B-
6006.142
Tabla 5.7 Costos por perdida de no producción generados por la gestión de
mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los períodos 2005-
2009.143
Tabla 5.8 Proyección de producción de Pellas entre los periodos 2010-2014146
Tabla 5.9 Costo unitario fabricación de la Pella acumulado años 2009147
Tabla 5.10 Datos económicos.
Tabla 5.11 Escenario base (Sin inversión)
Tabla 5.12 Flujo efectivo de caja de alternativa $N^{\rm o}$ 1: Empresa de servicios Industrial
INGEMERCA C A

Tabla 5.13 Flujo efectivo de caja de alternativa Nº 2: Empresa de servicios Industrial
SIVECA C.A15
Tabla 5.14 Flujo efectivo de caja de la alternativa Nº 3: Empresa de servicios
Industrial MG servicios C.A
Tabla 5.15 Resumen del VPN y CAUE.
Tabla 5.16 Proyección de los costos de mantenimiento del sistema de desempolvado
AB/BB-6006 entre los períodos 2010-2014

INTRODUCCIÓN

En el área de Prerreducido de la empresa Sidor C.A., la gerencia de planificación de mantenimiento ha venido generando altos costos de mantenimiento por las distintas intervenciones que se le realiza al sistema de desempolvado AB/BB-6006 el cual forma parte del proceso de producción de la Pella.

Planificación e ingeneria realizaron un estudio técnico determinando los requerimientos técnicos para la modernización del sistema de desempolvado, sin embargo, se le hace necesario profundizar el estudio técnico-económico para la modernización del sistema de desempolvado y optimizar la disponibilidad del mismo.

Las evaluaciones de proyectos son de gran herramienta al momento de decidir la factibilidad de alguna inversión dentro de la empresa por que permite determinar con precisión los resultados de implementación del proyecto, también se pueden estimar los beneficios y costos que probablemente se pueden obtener. Por esta razón sería necesario aplicar un método que nos permita seleccionar la alternativa más conveniente.

La realización de este estudio es de vital importancia ya que el sistema de desempolvado AB/BB-6006 forma parte del sistema productivo ya que al realizarle una parada por Intervención de mantenimiento, se requiere parar las líneas de producción (A o B) y genera con esta situación, pérdidas por la no producción como también altos costos de mantenimientos por las fallas de los distintos componentes o condiciones que presenta el sistema.

Por esta razón se realiza un análisis técnico-económico para determinar si es factible hacer una inversión para modernizar el sistema de desempolvado o seguir con los costos de mantenimiento del sistema actual ubicado exactamente en el área de Preparación y Molienda.

El trabajo de grado está estructurado en capítulos:

El capítulo I, presenta el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación así como la justificación, alcance y limitaciones de la investigación.

El capítulo II, lo constituye los antecedentes, misión, visión, funciones y estructura organización de la empresa y políticas de la empresa.

El capítulo III, formado por los antecedentes de la investigación, bases teóricas, bases legales y el glosario de términos.

El capítulo IV, incluye tipo de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de Ingeniería Industrial utilizadas.

El capítulo V, está conformado por los análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se derivan del presente estudio.

CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La Siderurgia del Orinoco "Alfredo Maneiro" C.A., es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero. Tiene una capacidad instalada de 4.9 millones de toneladas anuales de producción de acero líquido y cuenta con una fuerza laboral de 6774 trabajadores.

Dispone con modernos equipos e instalaciones auxiliares que le permiten la reducción del mineral de hierro, producción de acero y fabricación de una variada gama de productos que abarca desde Pellas, Hierro de reducción directa (HRD), Cal y Semielaborados de acero (Planchones, Lingotes Poligonales, Palanquillas) hasta productos terminados Planos (Bandas, Bobinas y Láminas en caliente; Bobinas y Láminas en frío y recubiertos) y Largos (Barras y Alambrón).

"SIDOR" cuenta con diversas gerencias en todo su sistema de producción, entre ellas podemos mencionar: Prerreducido, Acerías, Laminación en caliente, Laminación en frío, Taller central y Planificación. Cada gerencia depende de áreas la cuales se subdividen las actividades de acuerdo al flujograma de producción (Figura 2.5) para alcanzar las metas trazadas.

La investigación se ubica en el área de Prerreducido. Dicha gerencia se encuentra constituida por tres áreas primordiales: Manejo de Materiales, Preparación y Molienda y Peletización. El problema se genera en el área de Preparación y Molienda por el notable aumento de los costos de mantenimiento anual de un sistema específico el cual se mencionara más adelante.

Los costos constituyen un ente muy importante, ya que son una herramienta de la gerencia en las empresas, en cuanto se refiere a la toma de decisiones. Los costos son empleados en las tomas de decisiones para: Permitir a la gerencia medir la ejecución del trabajo, evaluar y controlar el inventario, la inversión del capital y de selección de posibles inversiones.

El estudio se fundamenta en los costos que genera el sistema de desempolvado Bag House-Pulse Jet "Casa de filtro de Manga AB/BB-6006", particularmente en el proceso de "mezclado de mineral fino", específicamente en el área de Preparación y Molienda de la referida gerencia, este sistema se encarga de extraer todos los finos provenientes de los silos, los sistemas de interconexión de silos, las tolvas de transferencias, los elevadores de cangilones y otros puntos a través de todo el proceso de mezclado, evitando la contaminación de los trabajadores, el ambiente y disminuyendo la perdida de material. (Figura 1.1).

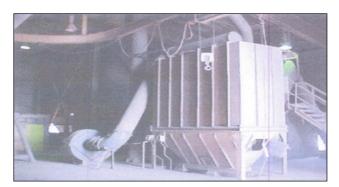


Figura. 1.1 Sistema Bag House-Pulse Jet casa de filtro de manga AB/BB-6006. (Intranet SIDOR C.A).

El sistema de desempolvado está compuesto por una variedad de elementos de origen mecánicos, eléctricos e instrumentación, entre las cuales podemos mencionar: Motores, ventiladores, ductos, chumacera, reductor, rodamientos, acoples, tornillo sin

fin, caja de mando local, casa de manga, válvulas neumáticas y transportadores neumáticos.

Para el conocimiento del funcionamiento del sistema de desempolvado debemos considerar los siguientes puntos:

El área de Preparación y Molienda conjuntamente con Peletización, para tener mayor producción, se encuentra divido por un pasillo central en dos líneas, las cuales las denominan Línea A llamada Caroní por la posición del lado de la línea y del Río Caroní y Línea B también conocida como Orinoco por la posición del lado de la línea y del Río Orinoco.

Cada línea se encuentra dotada con las mismas maquinarias y por consiguiente realizan el mismo proceso; relativamente presentan los mismos índices de producción siempre y cuando la línea se encuentre en productividad; por tal motivo se dispone dos sistemas de desempolvado, uno en cada línea y la denominan "sistema de desempolvado AB-6006" procedente de la línea A y "sistema de desempolvado BB-6006" de la línea B.

El sistema de desempolvado AB/BB-6006 es un elemento muy importante para la productividad de todo el proceso ya que si presenta falla en algunos de sus componentes, implica programar la parada de los dos molinos de acuerdo a la línea (A o B) para gestión de mantenimiento donde se presente la falla ocasionando pérdidas en la producción.

Sin embargo, en los últimos cinco años el sistema de desempolvado ha presentado daños prematuros como desgastes y rupturas en los filtros de mangas por la presencia de vapor de agua que resulta de una reacción química del mineral caliente que se mezcla con la pulpa proveniente del espesador y el aglomerante

Alcotac 1; este vapor se transfiere por los puntos de tuberías de succión instalados en el sistema, hasta llegar a la tolva de transferencia por medio de la cintas transportadoras dando como resultado la presencia de humedad, lo que causa excesiva contaminación al ambiente, personal que labora y por consiguiente, disminuye excesivamente la vida útil de las mangas.

El material del filtro de manga presenta una degeneración química (Hidrólisis) por exceso de temperatura y existencia de humedad (8,5%) en el sistema de desempolvado. El material filtrante es de fibra de poliéster que técnicamente tiene un nivel permisible de temperatura hasta 100°C. Actualmente se genera una variación entre 46°C y 48°C y con la presencia de humedad el material no soportar las condiciones presentes ocasionando el deterioro de los filtros de mangas lo que implica programar mantenimientos y por ende aumentan en un 90% los costos de mantenimiento (Costo de mano de obra, materiales y repuestos) y la pérdida por no producción, debido que en periodos pasados se le hacía mantenimiento una (1) vez al año por línea y actualmente se interviene cuatro (4) veces al año por línea.

Otro inconveniente que presenta el sistema de desempolvado, es el desajuste de las mangas en las Canastillas y la ruptura de los Venturis debido a un mantenimiento deficiente que en algunas oportunidades realizan los operarios o por el cambio imprevisto de los mismos. En el momento de introducir el filtro de manga en las Canastillas y ajustarlo en su base con una abrazadera al Venturis, el operario no la prensa lo suficiente; cuando el filtro está recubierto con partículas finas, en el instante de que se inyecta la presión de aire, se desprende el conjunto filtro de manga-Canastilla permitiendo el paso directo de los polvos a la casa de mangas y expulsándolos por la chimenea al ambiente. Esta acción produce pérdidas por costos de mano de obra, materiales y tiempo por que se debería programar un nuevo mantenimiento.

La deficiencia del mantenimiento preventivo en el sistema de desempolvado también es un efecto negativo para su funcionamiento; de esta manera se podría intervenir el sistema antes que las mangas sufran un desgaste u otra condición que se pueda presentar en ella, como la ruptura de las Canastillas de las mangas debido al cumplimiento de su vida útil o la deficiencia del diseño de fabrica y también la ruptura del Venturis por la deformación del agujero por donde se inyecta el aire comprimido. Son daños ocultos que no se pueden apreciar a simple vista excepto por la emisión de contaminantes finos por las chimeneas del ventilador del sistema de desempolvado. Estos problemas son pronosticados una vez visualizado la emisión de polvos y confirmado por el mantenimiento realizado en el sistema.

Otra causa del desgastes de las mangas se originan por la ausencia del funcionamiento de la válvula rotatoria en el sistema de desempolvado; este es un componente esencial puesto que impide el libre paso de los polvos hacia la casa de manga ayudado por el efecto de succión y la elevación del polvo generado por el impacto de caída del mineral transferido desde los molinos a los silos a través de los transportadores neumáticos; actualmente influye como un problema de gran magnitud ya que está permitiendo el paso del material fino de manera directa en un 80% y como consecuencia produce un aumento en el desgaste de la manga y disminución del rendimiento de las misma. Es fundamental que la válvula rotatoria este integrada en el sistema para estandarizar su funcionamiento.

En ocasiones se presentan fallas en sus componentes debido a la desalineación de acoples, falta de lubricación, falta de mantenimiento en las válvulas magnéticas y rectangulares, desajustes de tornillos, desequilibrio de temperaturas y aumentos de amperajes.

Es importante mencionar que el departamento de planificación de mantenimiento e ingeniería realizó un estudio técnico del sistema de desempolvado AB/BB-6006 para determinar las posibles fallas que ocasionan los elevados costos

por mantenimiento. En base a los resultados de su investigación determinaron los requerimientos técnicos para implementar la modernización del sistema, con un equipo de mayor tecnología para disminuir las fallas en los componentes y de esta manera maximizar la disponibilidad de dicho equipo.

Estos requerimientos serán evaluados a través de nuestra investigación para verificar que no hayan tomado en cuenta algún factor relevante. Por este motivo es necesario realizar un nuevo análisis técnico para complementar los requerimientos técnicos presentados por planificación de mantenimiento e ingeneria, disminuir las fallas que presentan en el sistema de desempolvado y por ende minimizar los costo de mantenimiento que se generan por las distintas intervenciones que requiere el sistema y otras mejoras generales.

A consecuencia de los diversos problemas presentes en el sistema (Sea deterioro de las mangas así como sus desajustes, las rupturas de los soportes metálicos de los filtros de manga y las diferentes fallas de los componentes que lo conforman), se presenta un diagrama causa- efecto para representar las causas que generan las fallas que aumentan los costos de mantenimiento. (Figura 1.2).

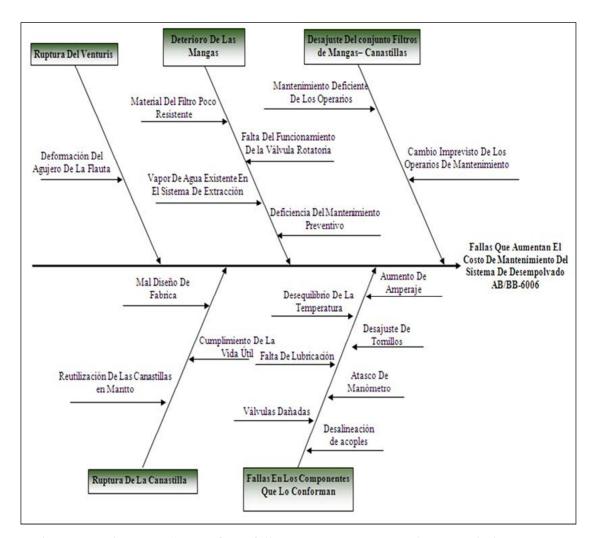


Figura 1.2 Diagrama Causa-efecto fallas que generan costos de mantenimiento en el sistema de desempolvado AB/BB-6006.

Frente a esta situación se presenta como opción realizar un análisis técnicoeconómico que ayude a determinar la factibilidad para la selección de modernizar el sistema de desempolvado entre varias alternativas de empresas de servicios industriales y compáralos con los costos de mantenimiento del sistema actual, tomando en cuenta las especificaciones suministradas por la gerencia de planificación de mantenimiento. De igual manera analizar las alternativas disponibles y finalmente colaborar a la empresa a reducir los costos de mantenimiento que genera el sistema actual.

Para la elaboración de esta investigación y lograr el cumplimiento del análisis técnico-económico es importante formularnos varias preguntas:

¿Cuáles son las fallas en los componentes o condiciones que han afectado el funcionamiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006?

¿Cuál alternativa es más conveniente para la empresa basándose en los resultados técnicos-económicos realizados en el estudio del sistema?

¿Cuáles serian las posibles mejoras en el área de Preparación y Molienda si se moderniza el sistema de desempolyado?

2.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Realizar un análisis técnico y económico para el sistema de desempolvado AB/BB-6006 en el área de Preparación y Molienda, SIDOR C.A.

1.2.2 bjetivos Específicos

- 1. Describir la situación actual del sistema de desempolvado AB/BB-6006.
- Realizar análisis de modo y efecto de fallas del sistema de desempolvado AB/BB-6006.

- 3. Análisis técnico del sistema de desempolvados AB/BB-6006.
- 4. Evaluación económica del sistema de desempolvado AB/BB-6006.
- 5. Estimar las mejoras generales en el área de Preparación y Molienda si se moderniza el sistema de desempolvado AB/BB-6006.

1.3 Justificación del problema

Para SIDOR C.A. realizar un análisis técnico-económico del sistema de desempolvado en el área de Preparación y Molienda es importante ya que busca disminuir los costos de mantenimiento, optimizar la calidad del sistema y mejorar otras condiciones (Para el personal de trabajo, el ambiente, sistema productivo, entre otras.), por tal motivo nos proponemos a realizar esta investigación para así proporcionarle soluciones a las complicaciones existente en el área, haciendo uso de los conocimientos y técnicas aplicadas por la Ingeniería Industrial.

Sin duda alguna ejecutar un análisis técnico-económico ayudara a futuro a la empresa a tomar una decisión de adquirir o buscar nuevas tecnologías que optimice el sistema de desempolvado ahorrando las horas de mantenimiento y por consiguiente paradas de líneas.

Por otra parte, esta investigación permitirá al estudiante cumplir con el último requisito para alcanzar el título de Ingeniero Industrial, desarrollar habilidades y destrezas en el campo de trabajo, apuntar hacia el logro de metas mayores y obtener una mejor formación académica.

Por último, el trabajo de investigación permitirá la divulgación de nuevas competencias básicas en la comunidad universitaria, mediante la transferencia de conocimientos de SIDOR C.A. - Universidad.

1.4 Alcance de la investigación

Realizar un análisis técnico-económico para el sistema de desempolvado en el área de Preparación y Molienda que a su vez permitirá determinar las fallas críticas que afectan el sistema de desempolvado AB/BB-6006, determinar algunas alternativas de mejoras para la empresa y por último, se lograra algunas mejoras generales en el espacio de trabajo.

1.5 Limitaciones de la investigación

No existen limitaciones en la recopilación de información.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Antecedentes de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro C.A (SIDOR); es una empresa dedicada a la fabricación de productos de acero, destinados tanto al mercado nacional como a la exportación. Creada con el propósito de eliminar la necesidad de importar productos de acero y aprovechar los grandes yacimientos de mineral de hierro ubicados en la región de Guayana; así como también para contribuir con la generación de divisas, empleo y el desarrollo general de esta Región.

Sus instalaciones se extienden sobre una superficie de 2.838 hectáreas, de las cuales 87 son techadas. Cabe destacar que la misma emplea aproximadamente 6774 personas, entre supervisores, técnicos, artesanos y obreros, quienes cumplen turnos de trabajo las 24 horas del día 365 días al año.

Está conectada con el resto del país vía terrestre, y con el resto del mundo vía fluvial-marítima. Se abastece de energía eléctrica generada en las represas de Macagua y Gurí, sobre el río Caroní, así como de gas natural proveniente de los campos petroleros del oriente venezolano.

2.2 Ubicación geográfica de la empresa

El domicilio fiscal de la Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR) se encuentra en la ciudad de Caracas y su planta industrial está ubicada en Ciudad Guayana, al Sureste de Venezuela, en la zona industrial Matanzas sobre la margen

derecha del río Orinoco, a 300 Km de su desembocadura en el Océano Atlántico. MARCO METODOLÓGICO

Su ubicación responde a razones económicas y geográficas, que le permiten enlazarse con el resto del país por vía terrestre y por vía fluvial, marítima con el resto del mundo. Anexando a todas estas ventajas la cercanía con los cerros Bolívar y Pao en los que se encuentra el mineral de hierro (Figura 2.1).

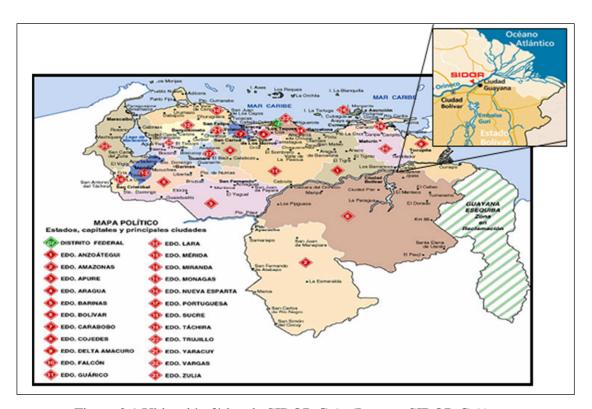


Figura 2.1 Ubicación física de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

Complejo siderúrgico SIDOR C.A. fue y ha sido una estrategia para el aprovechamiento del recurso natural que posee la región Guayana, procurando la modernización e industrialización de la región y de Venezuela.

2.3 Reseña histórica de la empresa

La historia del Hierro y la de SIDOR, C.A. comienza en 1926 cuando se descubren los primeros yacimientos de mineral de hierro en la región Guayana. Pero es en el año 1950 cuando se comienza a hablar de la transformación del hierro en acero en Venezuela con la instalación y puesta en marcha de una planta siderúrgica en Antímano, Caracas (SIVENSA). Pero es en 1953 cuando el Gobierno Venezolano decide construir una planta siderúrgica en la región Guayana, y se inician los estudios y planes de ejecución del proyecto siderúrgico.

2.3.1 Etapas de la construcción de SIDOR C.A.

2.3.1.1 Etapa I: Instalación y construcción del complejo siderúrgico

- ➤ 1955: El Gobierno Venezolano suscribe un contrato con la firma Innocenti de Milán, Italia, para la construcción de una Planta Siderúrgica. Con capacidad de producción de 560.000 toneladas de lingotes de acero.
- ➤ 1957: Se inicia la construcción de la Planta Siderúrgica del Orinoco y se modifica el contrato con la firma Innocenti, para aumentar la capacidad a 750.000 toneladas anuales de lingotes de acero.
- ➤ 1958: Se crea el Instituto Venezolano del Hierro y del Acero, adscrito al Ministerio de Fomento, sustituyendo a la oficina de Estudios Especiales de la Presidencia de la República, con el objetivo básico de impulsar la instalación y supervisar la construcción de la planta Siderúrgica.
- ➤ 1960: Se crea la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) y se le asignan las funciones del Instituto Venezolano del hierro y el acero.

- ➤ 1961: Se inicia la producción de tubos sin costura, con lingotes importados. Se produce arrabio en Hornos Eléctricos de Reducción.
- ➤ 1962: El 9 de julio, se realiza la primera colada de acero, en el horno Nº 1, de la Acería Siemens-Martín. El 24 de Octubre se crea el Cuerpo de Bomberos de SIDOR.
- ➤ 1963: Terminación de la construcción de la Siderúrgica del Orinoco, C.A. y puesta en marcha de los trenes 300 y 500.
- ➤ 1964: El 1 de abril, la Corporación Venezolana de Guayana constituye la empresa Siderúrgica del Orinoco, C.A. (SIDOR), confiriéndole la operación de la planta Siderúrgica existente.
- ➤ 1967: El 26 de junio, SIDOR logra producir por primera vez 2.000.000 toneladas de acero, líquido.
- ➤ 1970: El 3 de octubre se inaugura la Planta de Tubos Centrifugados, con una capacidad para producir 30.000 toneladas en un turno.
 - ➤ 1971: Se construye la Planta de Productos Planos.
- ➤ 1972: Se amplía la capacidad de los hornos Siemens Martín, a 1,2 toneladas de acero líquido.
- ➤ 1973: Se inaugura la Línea de Estañado y Cromado Electrolítico de la Planta de Productos Planos. El 3 de Noviembre es inaugurado el Centro de Investigaciones de la Empresa. El 20 de Diciembre se inauguró y se puso en marcha la Línea de Fabricación de chapas gruesas de la Planta de Productos Planos.

2.3.1.2 Etapa II: Construcción del Plan IV

- ➤ 1974: Puesta en marcha de la Planta de Productos Planos. Se inicia el Plan IV para aumentar la capacidad de SIDOR, C.A. a 4.8 millones de toneladas de acero.
 - > 1975: Nacionalización de la Industria de la minería del hierro.
- ➤ 1977: El 18 de Enero se inicia las operaciones de la Planta de Reducción Directa Midrex I.
 - ➤ 1978: Se inaugura el Plan IV.
- ➤ 1979: Puesta en marcha de la Planta de de Reducción Directa Midrex, la Acería Eléctrica y la Colada Continua de Palanquillas y los Laminadores de Barras y Alambrón.
 - ➤ 1980: Se inaugura la Planta de Cal y el Complejo de reducción Directa.
- ➤ 1981: Se inicia la ampliación de la planta de productos planos y la planta de tubos centrifugados.

2.3.1.3 Etapa III: Reconversión industrial

➤ 1989: Se inicia un Plan de Reconversión de SIDOR, C.A. que significa, entre otros cambios, el cierre de los hornos Siemens-Martín y laminadores convencionales.

- ➤ 1990: La Empresa obtiene la marca NORVEN, para las láminas y bobinas de acero, para la fabricación de cilindros a gas SIDOR C.A. obtiene la certificación Lloyd's para las Bandas y Láminas para recipientes a presión. La Empresa obtiene la marca NORVEN para la tubería de Revestimiento y Producción.
- ➤ 1991: Como resultado del Plan de Reconversión, se obtuvo el cierre de 13 instalaciones consideradas obsoletas, racionalización de la fuerza laboral, inicio de la exitosa incursión en el mercado de capitales y reducción de 11 a 5 niveles jerárquicos.
- ➤ 1992: SIDOR C.A. obtiene la marca NORVEN para el Alambrón de Acero al Carbono, para la Trefilación y Laminación en Frío.

2.3.1.4 Etapa IV: Privatización

- ➤ 1993: El 15 de Septiembre fue promulgada la Ley de Privatización publicada en gaceta oficial el 22 de Septiembre, lo que da inicio al proceso de privatización.
 - ➤ 1994: El Ejecutivo nacional establece el proceso de privatización.
 - ➤ 1995: Entra en vigencia la Ley de Privatización en Venezuela
- ➤ 1997: El 18 de Diciembre, se firma contrato compra-venta con el Consorcio Amazonia, integrada por empresas mexicanas, argentinas, brasileras y venezolanas, adquiriendo un 70% de las acciones. En este proceso licitatorio gana Amazonia. Conformado por las empresas Hylsa de México, Siderar de Argentina, Sivensa de Venezuela, Tamsa de México y Usiminas de Brasil.

- ➤ El proceso de subasta de SIDOR se realiza en diciembre de 1997, con la intervención de 3 grupos de inversionistas y con un precio base de 1550 millones de dólares.
- ➤ 1998: SIDOR inicia su transformación para alcanzar estándares de competitividad internacional equivalentes a los de los mejores productores de acero en el mundo.

2.3.1.5 Etapa V: Reestructuración económica

- ➤ 2000: La Acería de Planchones obtiene una producción superior a 2,4 millones de toneladas, cifra con la que supera la capacidad para la cual fue diseñada en 1978.
- ➤ 2001: Se inauguran tres nuevos hornos en la Acería de Planchones y se concluye el proyecto de automatización del Laminador en Caliente con una inversión de más de 123 millones de dólares.
- ➤ 2002: Récord de producción en plantas de Reducción Directa, Acería de Planchones, Tren de Alambrón y distintas instalaciones de Productos Planos, entre ellas, el Laminador en Caliente, que superó la capacidad de diseño, después de 27 años.
- ➤ 2003: Se cumplen cinco (5) años de gestión privada de SIDOR C.A. En los primeros cinco 5 años de gestión privada, SIDOR C.A. exhibe estándares de competitividad que le permiten ubicarse entre los tres mayores productores integrados de acero de América Latina y ser el principal exportador de acero terminado de este continente. SIDOR C.A. Recibió el Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, FONDONORMA, el certificado de Sistemas de Gestión de Calidad, COVENIN-ISO 9001-2000 para sus líneas de Productos Planos, Largos y

Prerreducidos y el certificado IQ-NET, que otorga la Red Internacional de Certificación.

- ➤ 2004: Se inicia el proceso de Participación Laboral de los trabajadores de SIDOR C.A., a través de la venta del 20% de las acciones de la empresa por parte del Estado Venezolano a cargo de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.) y el Banco de Desarrollo Económico y Social (Bandes).
- ➤ 2005: El Grupo TECHINT adquiere la totalidad de las acciones de Hylsamex, y la participación del Grupo Alfa en el Consorcio Amazonía. Con miras de fortalecer la presencia de TECHINT en Latinoamérica y el mundo, forman el Holding Ternium del cual SIDOR C.A. forma parte.
- ➤ 2006: En Febrero comienzan a cotizar la bolsa de valores de Nueva York (NYSE) bajo el símbolo Tx.

2.3.1.6 Etapa VI: Nacionalización de SIDOR, C.A.

➤ 2008: Puerto Ordaz, 12 de Mayo del 2008, El presidente de la República, Hugo Rafael Chávez Frías, firmó la nacionalización de SIDOR, C.A. y el Contrato Colectivo entre el Sindicato de Trabajadores de la Industria Siderúrgica y sus Similares (SUTISS) y SIDOR, C.A., para el período 2008-2010 y estableció el 30 de Junio como fecha límite para que la empresa Italo-Argentina Techint transfiera el total de los bienes de SIDOR, C.A. al Estado venezolano. Se obtuvieron Récord de producción en Laminación en Caliente, Recocido Continuo, Hot Skin Pass, Rebobinadora 3, Cromado, Corte de Hojalata 1, Récord de despacho de productos en Laminación en Frío.

➤ 2009: Un récord diario de producción en la línea Hot Skin Pass, dos récord de producción mensual en la línea Skin Pass.

2.4 Objetivos de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinado principalmente a:

Suministrar el mercado nacional específicamente los sectores industriales de la construcción, petróleo, y otros.

Suplir las importaciones adicionales de productos siderúrgicos en el mercado nacional, abasteciéndolo plenamente, a la vez que genera ingresos de divisas por concepto de las exportaciones a los mercados internacionales.

Una mayor participación de la industria del hierro y del acero en la economía nacional y regional.

Para el cumplimiento de la misión que le ha sido encomendada, la empresa se trazó varios objetivos que responden a las áreas de gestión y orientan a las acciones a mediano y largo plazo de la organización. Dichos objetivos son:

Optimizar y aumentar la producción en función de las exigencias del mercado en cuanto a volumen, calidad y oportunidad.

Optimizar los beneficios de la empresa mediante la venta de productos siderúrgicos, cumpliendo oportunamente con los requisitos y necesidades del mercado, prestando a los clientes un servicio confiable, de buena calidad y a precios cooperativos.

Alcanzar la independencia, dominio y desarrollo de la tecnología siderúrgica.

Alcanzar y mantener una estructura financiera sana para la empresa, teniéndose en cuenta los requisitos propios y la política financiera nacional.

Conformar la estructura del sistema administrativo para el logro de la misión de la empresa.

Asegurar la disponibilidad, desarrollo y eficiente de la utilización de los recursos humanos de la empresa.

Promover la identificación de la empresa con las necesidades y aspiraciones sociales con la comunidad.

2.5 Visión de la empresa

Ser la empresa siderúrgica líder de América, comprometida con el desarrollo de sus clientes, a la vanguardia en parámetros industriales y destacada por la excelencia de sus recursos humanos. SIDOR tendrá estándares de competitividad similares a los productores de acero más eficientes y estará ubicada entre las mejores del mundo.

2.6 Misión de la empresa

Creamos valor con nuestros clientes, mejorando la competitividad y productividad conjunta, a través de una base industrial y tecnológica de alta eficiencia y una red comercial global. Dedicada a la fabricación de productos de acero largos y planos destinados fundamentalmente al mercado venezolano y a la exportación.

2.7 Función de la empresa

"SIDOR" es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero; la cual orienta sus funciones para el Diseño, Fabricación, Comercialización y Asistencia Técnica de Productos Siderúrgicos.

2.8 Estructura organizativa de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, presenta una estructura organizacional de tipo funcional, lo que garantiza al máximo la utilización de las habilidades técnicas del recurso humano, basándose en la especialización ocupacional. (Figura 2.2).

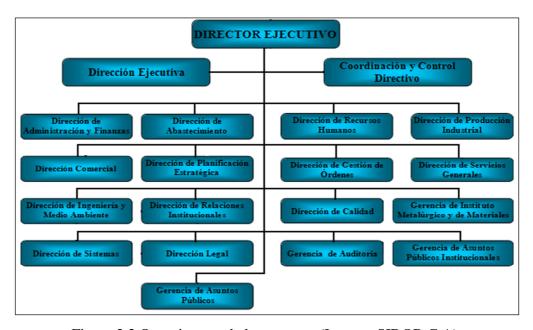


Figura 2.2 Organigrama de la empresa. (Intranet SIDOR C.A).

2.9 Principales instalaciones

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, se extienden sobre una superficie de 2.838 hectáreas, cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km de carreteras pavimentadas, 132 Km de vías férreas y acceso al mar por el Terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 Ton cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal (comedores, servicio médico y talleres centrales).

También cuenta con una planta de tratamiento de aguas negras, con capacidad de tratar física, biológica y químicamente el agua residual, una planta de briquetas, planta de chatarras, sistemas contra incendios, sistemas de gas, sistemas de combustible y aceite, sistemas de mantenimiento, cintas transportadoras, talleres y almacén. Las instalaciones de producción con que cuenta SIDOR C.A actualmente, están compuestas por dos áreas: El área I "Planta Vieja" donde se encuentran las Instalaciones Originales de la Planta las cuales son: terminal portuario, hornos eléctricos de reducción, fundería, acería Siemens Martín, planta de productos no planos, fabrica de tubos, planta de productos planos.

El Área II a la cual también se le llama "Planta Nueva o Plan IV" y contiene las siguientes instalaciones:

2.9.1 Planta de pellas

La planta de Peletización, fábrica pella utilizando mineral de hierro fino proveniente del cerro Bolívar, suplido por la CVG Ferrominera del Orinoco, C.A., Su capacidad nominal es de 6,2 millones de toneladas por año. (Figura 2.3).

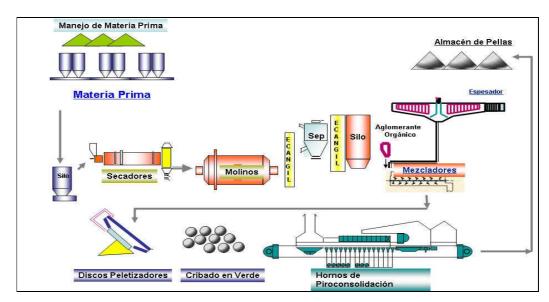


Figura 2.3 Proceso productivo de pellas de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

Planta de Pellas es una instalación destinada a la aglomeración de hierro con la participación de aditivos, tales como: Cal, Dolomita, escama, Alcotanc 1, etc. Su capacidad nominal es para producir 6.6 millones de t/año. Su principal producto, la pella, es fundamentalmente para el consumo de las Plantas de Reducción Directa de SIDOR C.A. Aunque Planta de Pellas tiene compromisos de producción de pellas para el elevado consumo en altos hornos, que son exportadas a través de Ferrominera Orinoco (F.M.O.). En la figura N⁰ 1, se puede apreciar una vista diagonal de la planta.

Planta de Pellas cuenta con tres áreas funcionales: Manejo de Materiales, Preparación y Molienda y Peletización.

Estas áreas están estrechamente vinculadas, porque a través del proceso que cumple cada una de ellas, se elabora el producto final de la planta que es la pella.

Describiendo el proceso de fabricación de la pella podemos decir que, en la primera fase el mineral de hierro se mezcla con la bentonita y se almacena en los

silos. Seguidamente el material es procesado en molinos para darles la granulometría adecuada y es trasladado a un sistema de silos, desde donde se envía conjuntamente con el Alcotenc1 al sistema de premezclado, de allí la mezcla del material pasa a los mezcladores donde se ajusta su humedad y se traslada a los discos peletizadores donde se forman las pellas verdes, las cuales son enviadas por medio de cintas o correas transportadoras a la máquina de piroconsolidación para realizar la etapa de quemado de las pellas.

En el horno móvil de la máquina de piroconsolidación se efectúa el quemado de las pellas verdes a fin de aumentar su resistencia a la compresión. Las pellas quemadas se depositan en cribas para su posterior clasificación; las de fracción entre 3/8 pulgadas y 1/2 pulgadas se considera como producto de primera mientras que las de fracción menor de 1/4 pulgadas se envían a los patios para su recirculación al proceso. (Figura 2.4).



Figura 2.4 Vista diagonal de Planta de Pellas. (Intranet SIDOR C.A).

2.9.1.1 Proceso productivo de la planta de Pellas

Se puede apreciar en la figura 2.5 el flujo grama de Planta de Pellas:

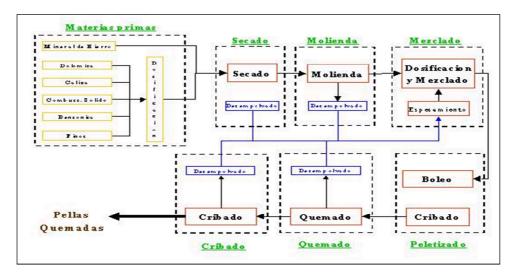


Figura 2.5 Flujo grama de Planta de Pellas. (Intranet SIDOR C.A).

Para aglomeración de partículas de mineral se emplean diferentes técnicas las cuales dan como resultado elementos de tamaños con propiedades físicas y químicas apropiadas para los procesos posteriores donde van a ser utilizados. Entre las técnicas de aglomeración se tienen: Briqueteado, nodulación, sintetización y Peletización.

En SIDOR C.A., se construye una planta para la aglomeración de finos de mineral de hierro, usando la técnica de Peletización, siendo Planta de Pellas de una capacidad instalada de 6.6 millones de toneladas por año (t/año).

En el proceso de Peletización sé esperoidiza la mezcla de mineral y aditivos, usando un aglomerante. Con los aditivos se logran los requerimientos físicos y químicos necesarios.

Según el Glosario de Términos de Planta de Pellas – SIDOR C.A., define las pellas de la siguiente manera:

"Las pellas son pelotas de concentrados y/o mineral de hierro natural, con aditivos de diferentes composiciones químicas y mineralógicas con algunas propiedades notables".

Las pellas en el proceso son secadas, precalentadas y quemadas bajo condiciones atmosféricas oxidantes. Seguidamente, éstas pellas son pasadas por una etapa de enfriamiento con aire, donde se recupera el calor sensible en forma de aire caliente, para ser usado una porción en las etapas previas de secado y la otra para mejorar la combustión en las áreas de precalentado y quemado.

2.9.2 Planta de reducción directa, H y L

Constituida por una planta, con tecnología HYLSAMEX conocida como HyL II, con capacidad instalada de 2.112.000 ton/años. Esta planta tiene como finalidad extraer el oxigeno contenidos en las pellas mediante la utilización de un agente reductor a temperaturas menores a las de fusión.

2.9.3 Planta de reducción directa, MIDREX

Compuesta por dos plantas de proceso continuo, con tecnología Alemana, denominadas MIDREX I y MIDREX II, una de un modulo que representa a un reactor, y otra de tres módulos. Las capacidades instaladas son de 1,63 millones de toneladas por año. (Figura 2.6).

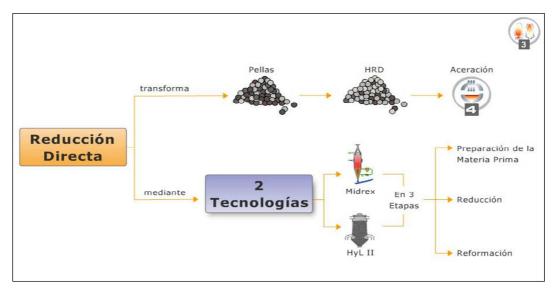


Figura 2.6 Sistema de reducción directa de SIDOR C.A. (Intranet SIDOR C.A).

2.9.4 Acerías eléctricas y coladas continúas de planchones

La acería eléctrica de planchones cuenta con seis hornos eléctricos (dos fuera de operación), de 200 toneladas por colada, 5 con paneles refrigerados y todos con bóvedas refrigeradas, tres máquinas de colada continua de dos líneas cada una y dos hornos de metalurgia secundaria. La capacidad total es de 2,4 millones de toneladas de acero líquido por año a partir de hierro esponja y chatarra.

La producción del acero líquido comienza con la preparación del horno, labor que se realiza después e cada colada, continúa con la preparación de la cesta (con chatarra liviana, chatarra pesada, arrabio sólido y briquetas), se cargan los materiales en el horno: cesta y hrd, se inicia el proceso de fusión, pasando por una etapa de afinamiento se procede a retirar la escoria del horno y se vierte el acero en la máquina de colada continua para obtención de los planchones. (Figura 2.7).

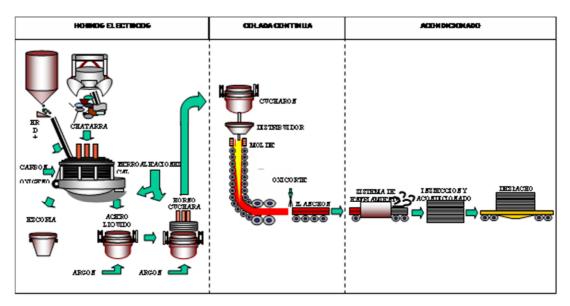


Figura 2.7 Proceso de producción de planchones. (Intranet SIDOR C.A).

2.9.5 Acería eléctrica y colada continúa de palanquillas

Este conjunto consta de tres hornos eléctricos de 150 toneladas cada uno y sistemas de paneles refrigerados que produce un total de 1.200.000 toneladas de acero líquido por año a partir del hierro de reducción directa, acoplados a tres máquinas de colada continua de 6 líneas cada una con capacidad de 1,12 millones de toneladas de palanquillas al año además de 1 horno cuchara e instalaciones y equipos auxiliares.

2.9.6 Tren de barra

Su capacidad de laminación por año es de 750.000 toneladas de cabillas, barras lisas, pletinas en acero de calidad comercial y de alta resistencia. La obtención de las barras se logra mediante la carga de palanquillas en mesas de transferencia para luego ser llevadas al horno de calentamiento, laminadas en el desbastador, en el tren intermedio y el tren afinador.

2.9.7 Tren de alambrón

Su capacidad anual es de 450.000 toneladas métricas de alambrón de diferentes diámetros. El proceso inicia con la carga de las palanquillas en las mesas de transferencia para su pase al horno a fin de calentarlas, una vez alcanzada la temperatura requerida, es laminada en el desbastador, en el tren intermedio y en Bloque Morgan donde es obtenido el alambrón transferido y enfriado para formar rollos.

2.9.8 Planta de cal

Tiene una capacidad de producción anual de 600.000 toneladas de cal hidratada. Este producto es utilizado como aglutinante en la planta de pellas, para proteger y evitar la sinterización de las pellas en reducción directa, y como fundente en las acerías eléctricas.

2.10 Productos que fabrican

2.10.1 Productos primarios

- 2.10.1.1 Pellas: Es un aglomerado de fino de material de hierro; de forma aproximadamente esférica y granulometría determinada, obtenida con el agregado de elementos aglomerantes, sometidos al final a procesos de endurecimiento.
- 2.10.1.2 Hierro de reducción directa (HRD): Producto poroso obtenido de la reducción directa de las pellas, que por su grado de metalización es adecuado para emplearse, como un sustituto parcial o total de la chatarra, directamente en los procesos de aceración.

2.10.1.3 Cal viva: Producto de la calcinación a elevadas temperaturas, de caliza, cuyo componente principal es el óxido de calcio, y se utiliza como aglutinante en la planta de pellas y como fundente en la acería.

También en el tratamiento de aguas negras para remoción de fósforo y nitrógeno. La capacidad instalada de SIDOR para fabricar este producto es de 500 mil toneladas métricas anuales.

2.10.1.4 Cal hidratada: Producto derivado de la hidratación de la cal viva, cuyo compuesto principal es el hidróxido de calcio; se utiliza en la siderurgia como aglomerante en la elaboración de pellas y en el tratamiento de aguas industriales. SIDOR cuenta con una planta de cal hidratada que tiene una capacidad instalada de 220 mil toneladas métricas anuales.

2.10.2 En el área de Productos Planos

Semielaborados

2.10.2.1 Planchones: producto semi-terminado de acero; de sección transversal rectangular, con un área no menor a 10.300 mm² (16in²), según definición ASTM, con espesor de 175 y 200 milímetros; ancho de 949 a 2.000 milímetros y longitudes entre 5.000 y 12.500 milímetros. Como producto semielaborados, los planchones se utilizan en procesos de transformación mecánica en caliente; siendo su uso más común la laminación de productos planos en caliente. Su utilización está regida por características dimensionales, químicas y metalúrgicas. (Figura 2.8).



Figura 2.8 Planchones. (Intranet SIDOR C.A).

Productos terminados

2.10.2.2 Planos laminados en caliente (LAC): el laminador de productos planos en caliente procesa los planchones, siguiendo prácticas metalúrgicas y operativas que garantizan la obtención de productos de alta calidad. Los productos laminados en caliente se suministran en forma de rollos (Bobinas o Bandas) y/o cortados a longitud específica (Láminas). Se utilizan para fabricar recipientes a presión, tubería soldada, pletinas, piezas automotrices y en la industria metalmecánica en general, en su transformación posterior a productos laminados en frío. (Figura 2.9).



Figura 2.9 Bobinas de chapas laminadas en caliente. (Intranet SIDOR C.A).

2.10.2.3 Planos laminados en frío (LAF): SIDOR cuenta con dos laminadores en frío (tándems) para la fabricación de productos de alta calidad. Los productos laminados en frío se suministran en forma de rollo (Bobinas) y/o cortados a longitud específica (Láminas), con la excepción del material crudo (Full Hard) que sólo se suministra en bobinas. Se utilizan en la industria metalmecánica para la elaboración de diversos productos, muchos de uso cotidiano. (Figura 2.10).



Figura 2.10 Bobinas laminadas en frío. (Intranet SIDOR C.A).

2.10.2.4 Planos recubiertos (hojalata y hoja cromada): SIDOR cuenta con dos líneas de recubrimiento electrolítico, sometidas a un proceso de mantenimiento intensivo que le permite la obtención de un producto de óptima calidad. La materia prima utilizada en la elaboración de los productos recubiertos es la hoja negra. Los productos recubiertos se suministran en forma de rollo (bobinas) y/o cortados a longitud específica (láminas). Por sus características de resistencia a la corrosión y sus características mecánicas, así como la condición de ser no tóxicos, cobran importancia fundamental en la industria de los alimentos y otras industrias dirigidas a servir a los hogares.

2.10.3 En el área de Productos Largos

Semielaborados

2.10.3.1 Palanquillas: es un producto semi-elaborado de sección transversal cuadrada, mayor o igual 1.660 mm² y menor que 31.684 m², cuyas longitudes varían entre 3 y 15 m, transformado por laminación o forja en caliente para obtener productos tales como barras lisas y con resaltes, cabillas, alambrón, pletinas, entre otros. (Figura 2.11).



Figura 2.11 Palanquillas. (Intranet SIDOR C.A).

Productos terminados

2.10.3.2 Alambrón: es fabricado de aceros al carbono, se produce en varias calidades, cada una requiere una combinación específica de prácticas de refinación del acero, laminación de palanquillas, acondicionada de las mismas, enfriamiento e inspección para cumplir con los requerimientos de los usuarios. SIDOR suministra alambrón en dos calidades básicas: trefilación y fabricación de electrodos de soldadura. (Figura 2.12).



Figura 2.12 Alambrón. (Intranet SIDOR C.A).

2.10.3.3 Barras con resaltes para la construcción (Cabillas): las barras de construcción o cabillas son productos de acero de sección circular, con resaltes en su superficie. Son fabricadas por Sidor mediante la laminación en caliente de palanquillas provenientes de sus propias instalaciones. Se utilizan como refuerzo en las construcciones de concreto armado.

2.10.3.4 Tuberías (sin costuras): Producto de acero que utiliza la industria petrolera de construcción y minería. (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Principales usos de los productos que fabrican. (Intranet SIDOR C.A).

ÁREA	PRODUCTO	USOS
PLANOS Laminados en caliente Laminados en frío Hojalata	Bobinas cortadas a la medida	Tubos soldados, válvulas de presión, partes automotrices, soldaduras metalmecánica Línea blanca, galvanizados, techos, Enlatados para la industria de alimentos y bebidas
LARGOS Cabillas / alambrón	Atajos de barras / Rollos de alambrón	Construcción civil Trefilados

2.11 Políticas de la empresa

2.11.1 Política de calidad

"SIDOR tiene como *compromiso* la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus *relaciones* con los clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de *asegurar* la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicios q la preservación del medio ambiente." Para ello se requiere especial atención en:

- 1. Definir anualmente los objetivos y planes de calidad.
- 2. Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.

- 3. Implementar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales más exigentes.
- 4. Seleccionar a los proveedores en base a sus sistemas de aseguramiento, calidad de sus productos y prestaciones de servicios, desarrollando relaciones duraderas y confiables.
- 5. Asumir cada área de la empresa el doble papel de cliente y proveedor, desarrollando la gestión con criterios preventivos.
- 6. Educar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad en eh trabajo y en todas sus manifestaciones.
 - 7. Verificar la efectividad del sistema a través de las auditorias de la calidad.
- 8. Mejorar constantemente los procesos y servicios, incorporando nuevas tecnologías.
- 9. Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- 10. Asegurar el liderazgo competitivo de la empresa, entendiendo que la calidad, productividad y seguridad son factores esenciales que actúan conjuntamente."
- 11. El compromiso con esta política de calidad es responsabilidad de todos los integrantes de la empresa.

2.11.2 Política de seguridad y salud ocupacional

"SIDOR, en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal y por ello juzga prioritario el cuidado de su seguridad y salud en el ámbito laboral".

"Para el desarrollo de todas sus actividades establece entre sus premisas básicas, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y condiciones de Higiene y Seguridad de su personal, para convertir a todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y eficiente, proyectando sus programas de seguridad a la Comunidad". Para ello reconoce que:

- 1. La prevención de accidentes es responsabilidad de todos.
- 2. Las acciones de prevención de riesgos son prioritarias.
- 3. Todos los accidentes e incidentes pueden ser prevenidos.
- 4. Todos los riesgos operativos pueden ser controlados.
- 5. El cumplimiento de las normas y procedimientos legales e internos relativos a Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, es responsabilidad tanto de SIDOR y de sus trabajadores como de las empresas contratistas y de sus trabajadores.

"Un accidente podrá ser explicado pero nunca justificado".

2.11.3 Política de medio ambiente

"SIDOR considera a la variable ambiental como uno de los pilares para la fabricación y comercialización de aceros de calidad internacional". Por ello basa sus acciones ambientales en los siguientes criterios:

- 1. Cumplir con la legislación ambiental vigente.
- 2. Promover con los principios del desarrollo sostenible.
- 3. Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- 4. Aplicar mejora continua en los sistemas existenciales.
- 5. Incorporar tecnología ambientalmente limpia en los nuevos equipos y procesos.

2.11.4 Política de personal

"SIDOR, cuyo objetivo es convertirse en una empresa siderúrgica competitiva, considera al recurso humano factor determinante para lograrlo. En tal sentido, disponer de la mejor fuerza laboral constituye para SIDOR el elemento clave de diferenciación frente a la competencia". "La competitividad de la Empresa pasa por la competitividad de su gente

".

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Rodríguez, Carmen (2004), realizó su tesis titulada "factibilidad de la recuperación de los polvos provenientes del sistema de purificación de gases de hornos eléctrico de gases de reducción, SIDOR C.A". El departamento de planta arrabio de la planta SIDOR durante el proceso de reducción de los hornos eléctricos se originan que contienen hierro total 30 %; alúmina 7.9 %; CaO 4.06 %; estos polvos son recogidos en forma de lodos y desechados a través de un canal hacia una laguna de posición. Esto acarrea problema de orden técnico, económico y ecológico los cuales se pudieran evitar si estos materiales pudieran recuperarse. El presente trabajo pretende mostrar de una manera preliminar la factibilidad de recuperara dichos polvos y su posible aplicación en la fabricación de Sinter o Pellas.

El estudio de las características físicas y químicas de los polvos para establecer su correlación con las especificaciones técnicas de la materia prima para la fabricación de Sinter o Pellas demuestra que la posibilidad de fabricar Pellas a partir de una mezcla menor de hierro-cal-lodo es positiva. La producción de anual de polvos es proveniente de los hornos de reducción

Directa de 16.425 toneladas métricas constituyen un volumen considerable como para justificar la recuperación de los mismo. El análisis de alternativas entre la fabricación de Pellas utilizando como insumos minerales mena de hierro y Cal (Alternativa 1) y la fabricación de esta sustituyendo parte de los insumos minerales por polvos de hornos (Alternativa 2) conduce a resultados favorables respecto a la adopción de esta última alternativa. El valor presente del diferencia de costo de la

alternativa 2 sobre la alternativa 1, para una renta de i=10% y para un periodo n=5 años de operación de la planta de Pellas es de Bs. 5.743.620; esto representaría un ahorro anual de Bs. 1.515.000 en los costos de operación de la Planta de Pellas. Razones de tipo ecológico y de conservación de los recursos minerales, los cuales no son evaluados en el estudio constituyen en realizar la conveniencia de utilizar el polvo de despacho como materia prima para la Planta de Pellas. Los resultados obtenidos en este estudio justifica la realización de un estudio técnico y económico definitivo sobre el aprovechamiento de polvos de hornos en la Planta de Pellas.

Existe una relación entre la tesis de grado de Carmen Rodríguez y esta investigación debido a que en ambas investigaciones se pretende demostrar cuál es la factibilidad de acuerdo a los requerimientos de cada investigación; es decir, en la investigación de Rodríguez se intenta mostrar la factibilidad de recuperar los polvos provenientes del sistema de purificación de gases de hornos eléctricos de gases de reducción SIDOR C.A. y en esta investigación se pretende obtener la factibilidad económica de modernizar el sistema de desempolvado AB/BB-6006 del área de Preparación y Molienda SIDOR C.A. y ambas investigaciones tienen que aplicar análisis técnicos y económicos para llevar a una conclusión.

Castellanos I, Yusvelys E. (2009), realizo una tesis titulada "evaluación técnica-económica para el reemplazo del recuperador de pa-5003b, ubicados en las pilas de homogenización h (a-b) de C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A., Estado Bolívar"; el departamento de ingeniería industrial, se planteo la realización de un estudio del sistema de despacho del Mineral de Hierro, con el fin de adecuar dicho sistema y optimizar las opresiones de acuerdo con las necesidades actuales y futura de Ferrominera Orinoco. Para ello se aplico el estudio de proyecto factible, de tipo descriptivo, documental y campo. El objetivo general de esta investigación fue Evaluación técnica-económica para el reemplazo del recuperador PA-5003B, con el propósito de determinar si es viable para la empresa adquirir un nuevo recuperador.

De acuerdo a los resultados obtenidos se logro la representación del aumento de las diferentes demoras en el equipo. El cálculo de la disponibilidad y el rendimiento del recuperador PA-5003 proporcionan que el rendimiento promedio actual del equipo es de 1250 t/h. Posteriormente se elaboró un estudio económico, a través de los centros de costos de la empresa. El estudio económico se basó en los costos de trasferencia de las cintas transportadoras del sistema de recuperación, mediante el cual se evaluaron dos alternativas, la primera alternativa consistió en seguir con los mismos costos de trasferencias que se incurren al momento del despacho del mineral, y la segunda opción se fundamentó en los costos de trasferencia que se presentarían si se reemplaza el recuperador PA-5003B, determinándose que la opción más rentable fue el reemplazo del recuperador ya que los costos del Valor Presente Neto= 14.381.077 y el Costo Anual Equivalente= 3.061.669 son menores que los de la alternativa 1 Valor Presente Neto= 40.251.558 y el Costo Anual Equivalente= 5.054.615.

Existe una relación con el estudio realizado por Castellano, es que ambos estudios aplicaran un análisis técnico y económico para mejorar un sistema y ver si es viable para la empresa invertir en el estudio para así reducir los costos de mantenimiento que se generan en la intervención de ambos equipos.

La Gerencia de Centro de Investigaciones de SIDOR C.A (1999), realizó un Informe Técnico sobre "la corrosión en las láminas de los Bag House del sistema de depuración de polvos de la planta de cal". Este informe fue examinado por la Gerencia de Materias Primas. Para esa fecha sostiene que, hay problemas en los sistemas de depuración de polvos de la planta de Cal, debido a que el materia no es lo suficientemente resistente y presenta corrosión en sus laminas a consecuencia por las altas temperaturas, rayos solares, Cal que se produce y por causa de la imposibilidad de adquirir materiales resistentes y por sus elevados costos.

La referida Gerencia llegó a la conclusión de recomendar emplear otros materiales como ladrillos, laminas de acero corriente recubiertos con pinturas que de antemano no cumplirá con la duración deseada ni el rendimiento buscado omitiendo las inquietudes del personal y haciendo la implementación de lo sugerido.

Existe una relación entre el informe realizado por la gerencia de centro de investigaciones y esta investigación ya que ambos proyectos analizan las debilidades que incurren en un sistema de desempolvado como la corrosión y lamina de cubierta para que el departamento ingeniería tome medidas para corregir estos inconvenientes.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Sistema de desempolvado

El cuerpo principal del colector tiene 3 secciones; una sección de aire limpio (plenum limpio) en la parte superior, la cámara de filtrado que contiene un número de mangas cilíndricas en la parte central, y una tolva para alojar el polvo en la parte inferior. Las tres partes mencionadas están separadas por una lámina que tiene como fin mantener la cámara de filtrado separada del plenum de aire limpio.

El aire contaminado entra al colector pasando por un difusor, que absorbe el impacto de las partículas debido a su velocidad al ingresar, distribuyendo el aire y reduciendo la velocidad. Al reducir la velocidad de las partículas, causa que las más pesadas se precipiten a la tolva para ser descargadas posteriormente fuera del filtro. El aire con las partículas más finas fluye hacia la unidad o cámara de filtrado depositando las partículas del polvo fino en la parte exterior de las mangas. El aire limpio continúa hacia el plenum limpio y finalmente llega a la atmósfera.

Las mangas periódicamente se limpian por un momentáneo pulso de alta presión de aire comprimido que viene desde la parte limpia del filtro. Las flautas, ubicadas en base a un arreglo rectangular formando filas sobre cada fila de las mangas, son las encargadas de llevar el aire comprimido y generar el pulso. (Figura 3.1).

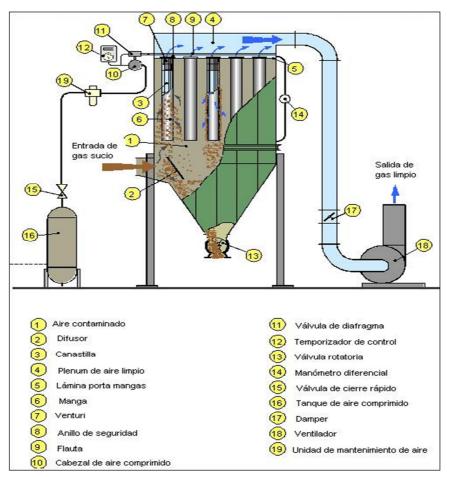


Figura 3.1 Elementos mecánicos en un colector de polvo. (www.monografias.com).

El golpe de aire generado por el pulso se optimiza con el uso de Venturis localizados en la parte superior de las mangas, que logra una distribución uniforme del pulso de aire a lo largo de la manga en las dos vías (ida y retorno).

Un temporizador de control de pulsos lleva la secuencia de los ciclos de limpieza. En este punto se utiliza control por tiempo o por presión diferencial.

3.2.1.1 Filtros de manga: Los filtros de mangas son uno de los equipos más representativos de la separación sólido-gas mediante un medio poroso: aparecen en todos aquellos procesos en los que sea necesaria la eliminación de partículas sólidas de una corriente gaseosa. Eliminan las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa haciéndola pasar a través de un tejido.

La eliminación de polvo o de las pequeñas gotas que arrastra un gas puede ser necesaria bien por motivos de contaminación, para acondicionar las características de un gas a las tolerables para su vertido a la atmósfera, bien como necesidad de un proceso para depurar una corriente gaseosa intermedia en un proceso de fabricación. En ocasiones el condicionante de la separación será un factor de seguridad, ya que algunos productos en estado de partículas muy finas forman mezclas explosivas con el aire.

Los filtros de mangas son capaces de recoger altas cargas de partículas resultantes de procesos industriales de muy diversos sectores, tales como: cemento, yeso, cerámica, caucho, química, petroquímica, siderúrgica, automovilística, cal, minera, amianto, aluminio, hierro, coque, silicatos, almidón, carbón, anilina, fibras de granos, etc.

La recogida de polvo o eliminación de partículas dispersas en gases se efectúa para finalidades tan diversas como: control de la contaminación del aire, reducción del coste de mantenimiento de los equipos, eliminación de peligros para la salud o para la seguridad, mejora de la calidad del producto, recuperación de productos valiosos y recogida de productos en polvo.

Dimensionamiento de filtros de mangas: Las dimensiones de las mangas dependen de la eficiencia de limpieza y de las dimensiones de la cámara de filtrado. Generalmente el diámetro de las mangas se encuentra entre loa 120mm y 160mm. Por efectos de estandarización por parte de los proveedores de mangas, la mayoría de los filtros deben coincidir de cierta manera para que solamente una medida y tipo de mangas sea utilizado.

A medida que aumenta la longitud de las mangas es posible que no queden perfectamente verticales en el montaje, causando que se toquen las mangas en la parte inferior de ellas, provocando desgaste debido a la fricción; además, las mangas más largas son más difíciles para limpiar en caso de que un agujero sea la causa del ingreso de polvo a la manga.

En cuanto a las costuras de las mangas, deben ser colocadas a 45° con respecto al pasillo entre mangas debido a que por efectos del sacudido durante la limpieza, las mangas tienden a generar un movimiento leve hacia el lado opuesto de la costura. Al colocar las mangas a 45°, tenemos una mayor distancia entre los lados opuestos de las costuras, evitando el contacto entre ellas.

Otro punto importante es el denominado "pellizco". Este pellizco es necesario para que la manga tenga facilidad de movimiento ligero durante la limpieza. Si se mantuviera rígida por falta del pellizco, el aire de limpieza a alta presión no sería suficiente para generar una onda en reacción al pulso de aire.

Distancia entre filtros de mangas: La distancia mínima entre mangas debe ser 50mm y 75mm como mínimo entre mangas y paredes. Esta consideración es muy importante debido a que va de la mano con la velocidad ascendente. Si acercamos más las mangas sucederán dos cosas; primeramente las mangas en el momento de la limpieza entrarán en contacto una con otra reduciendo su vida útil; por otro lado, al

reducir el espacio entre mangas, la velocidad ascendente aumentará, que es un

aspecto perjudicial para el momento de la limpieza porque evitaría que el material

que es desalojado por el pulso de aire descienda libremente, sino que inmediatamente

haría que las partículas de polvo vuelvan a subir, permaneciendo el diferencial de

presión alto constantemente causando desestabilización en el sistema.

Número de filtros de mangas por columna: El número máximo de mangas

por columnas va a depender del diseño del sistema en cuanto a sus dimensiones

(Largo, ancho y alto). De acuerdo el diseño Bag House pulse jet el número máximo

de mangas por columna no debe ser mayor a 15 o 16. Se puede explicar de la siguiente

formar, que a mayor sea el número de mangas, la longitud de la flauta que transporta

el aire comprimido para la limpieza será mayor, y con esto las pérdidas serán mayores

al llegar a la última columna de mangas, afectando la limpieza. Por esto se

recomienda que el número máximo de mangas por columna sea 16.

Tipos de filtros de manga: La característica principal que diferencia unos

tipos de filtros de mangas de otros es la forma en que se lleve a cabo su limpieza.

Esto además condiciona que los filtros sean continuos o discontinuos.

Continuos: La limpieza se realiza sin que cese el paso del aire por el filtro

Discontinuos: Es necesario aislar temporalmente la bolsa de la corriente de aire.

Según este criterio, se tienen tres tipos principales de filtros de mangas:

Por sacudida: se realiza cuando existe la posibilidad de suspender el servicio

del filtro durante un corto periodo de tiempo. Por tanto, exige un funcionamiento

discontinuo con un ciclo de filtración y otro de limpieza. El tipo más barato y sencillo

consiste en un cierto número de bolsas reunidas en el interior de una carcasa.

Funciona con una velocidad aproximada de 0,01 m/s a través de la bolsa filtrante. La limpieza se puede llevar a cabo manualmente para unidades pequeñas. Existe también una versión más complicada y robusta que incluye un mecanismo automático de agitación para la limpieza de las telas que puede funcionar por métodos mecánicos, vibratorios o de pulsación. Las bolsas están sujetas a un soporte mecánico conectado a un sistema capaz de emitir sacudidas o vibraciones mediante un motor eléctrico. Al ser el tejido más grueso, se pueden utilizar velocidades frontales más elevadas, de hasta 0,02 m/s, y permite el funcionamiento en condiciones más severas que las admisibles en el caso anterior.

Por sacudida y aire inverso: se emplea para conseguir un funcionamiento en continuo, para ello los elementos filtrantes deben encontrarse distribuidos entre dos o más cámaras independientes, cada una de las cuales dispone de su propio sistema de sacudida y de una entrada de aire limpio. El aire entra en las mangas en sentido contrario por medio de un ventilador que fuerza el flujo, de fuera a dentro, lo que favorece la separación de la torta.

Por aire inverso: existen muchos dispositivos diferentes pero el mecanismo habitual de limpieza consiste en la introducción, en contracorriente y durante un breve periodo de tiempo de un chorro de aire a alta presión mediante una tobera conectada a una red de aire comprimido. La velocidad frontal alcanza aproximadamente 0,05 m/s y es posible tratar altas concentraciones de polvo con elevadas eficacias. Mediante este tipo de filtro se pueden tratar mezclas de difícil separación en una unidad compacta y económica. Este mecanismo de limpieza se denomina también de chorros pulsantes o 'jet pulse' y es más eficaz que las anteriores.

Para seleccionar el tipo de manga necesaria se debe tener en cuenta que debe cumplir una serie de condiciones como: ser resistente química y térmicamente al polvo y al gas, que la torta se desprenda fácilmente, ser más resistente a la humedad,

que la manga recoja el polvo de manera eficiente, que sea resistente a la abrasión ocasionada por el polvo, el caudal y la velocidad del gas.

Funcionamientos del filtro de manga: La separación del sólido se efectúa haciendo pasar el aire con partículas en suspensión mediante un ventilador, a través de la tela que forma la bolsa, de esa forma las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela formando una torta filtrante. De esta manera la torta va engrosando con lo que aumenta la pérdida de carga del sistema. Para evitar disminuciones en el caudal se procede a efectuar una limpieza periódica de las mangas.

Operación de filtración:

Una corriente de gas cargado de polvo entra al equipo, choca contra una serie de paneles y se divide en varias corrientes.

Las partículas más gruesas se depositan directamente en el fondo de la tolva cuando chocan contra dichos paneles.

Las partículas finas se depositan en la superficie del tejido cuando el gas pasa a través de la bolsa.

Una vez que el gas ha sido filtrado, éste fluye (ya limpio) a través de la salida y se descarga a la atmósfera por medio de un ventilador.

Operación de limpieza:

Las partículas depositadas en la superficie de la bolsa se sacuden durante un breve periodo de tiempo por medio de aire comprimido inyectado desde una tobera hacia la bolsa, o bien de manera mecánica.

El chorro de propulsión actúa periódicamente mediante un controlador automático de secuencia.

El polvo recogido en el fondo de la tolva se descarga mediante un transportador de tornillo helicoidal y una válvula rotativa.

La limpieza de las mangas no es completa en ningún caso debido a la dificultad para desprender la torta en su totalidad y también porque, si se aplicaran procedimientos más vigorosos de limpieza, el desgaste de las mangas sería mayor y se provocaría un mayor número de paradas de planta motivadas por el cambio de las mangas.

La eficacia del filtro será baja hasta que se forme sobre la superficie del tejido filtrante una capa que constituye el medio filtrante para la separación de partículas finas.

Una vez superada la fase inicial, los filtros de mangas son equipos muy eficientes (sus eficacias sobrepasan con frecuencia el 99,9%), con lo que su aplicación en la industria es cada vez mayor.

La limitación más importante que se da en los filtros de mangas es la debida a la temperatura, ya que se debe tener en cuenta el material del que está constituida la tela para conocer la temperatura máxima que se puede aplicar.

Así para fibras naturales la temperatura máxima a aplicar es alrededor de 90°C. Los mayores avances dentro de este campo se han dado en el desarrollo de telas hechas a base de vidrio y fibras sintéticas, que han aumentado la temperatura máxima aplicable hasta rangos de 230 a 260 °C.

Otros factores que pueden afectar a la operación del filtro de mangas son el punto de rocío y el contenido de humedad del gas, la distribución del tamaño de las partículas y su composición química.

Aplicaciones de los filtros de manga: Los filtros de mangas aparecen en todos aquellos procesos en los que sea necesaria la eliminación de partículas sólidas de una corriente gaseosa.

Los filtros de mangas son capaces de recoger altas cargas de partículas resultantes de procesos industriales de muy diversos sectores, tales como: cemento, yeso, cerámica, caucho, química, petroquímica, siderúrgica, automovilística, cal, minera, amianto, aluminio, hierro, coque, silicatos, almidón, carbón, anilina, fibras de granos, etc.

La recogida de polvo o eliminación de partículas dispersas en gases se efectúa para finalidades tan diversas como:

Control de la contaminación del aire: Como la eliminación de cenizas volantes de los gases de escape en una central eléctrica.

Reducción del coste de mantenimiento de los equipos: Como la filtración de la toma de aire de un motor o el tratamiento del gas de tostación de piritas previo a su entrada a una planta de ácido sulfúrico.

Eliminación de peligros para la salud o para la seguridad: Como la recogida de polvos silíceos y metálicos resultantes de equipos de molienda y trituración y en algunas operaciones metalúrgicas y en el ensacado.

Mejora de la calidad del producto: Como la limpieza del aire para la producción de productos farmacéuticos o de película fotográfica.

Recuperación de productos valiosos: Como la recogida de partículas procedentes de secadores y hornos de tostación.

Recogida de productos en polvo: Aplicado a casos como en el transporte neumático.

- Fijación de las mangas: Las mangas se aseguran a la lámina portamangas en la parte superior de la cámara de limpieza. En ningún momento el seguro de la manga tiene la función de soportar el peso de la canastilla. La canastilla se soporta desde la lámina portamangas en la parte superior de ésta. Los seguros de las mangas se utilizan para que las éstas no se suelten durante la limpieza dejando a las canastillas sin superficie filtrante.
- Criterio de selección para la tela de filtrado: Existen dos grupos principales de textiles para el filtrado, el tejido y el no tejido (llamado también fieltro). Cuando se trata del textil tejido, es posible conocer la porosidad debido a que lleva un patrón constante de construcción, mientras que el fieltro, tiene una porosidad infinita (mucho mayor que el textil tejido) debido a la falta de patrón en la costura. En este tipo de textil, la velocidad de filtración es muy alta y no aplica para los filtros de aire reverso porque la tensión que sufren las mangas al limpiar es mayor que en otros tipos de filtros.

La selección del textil es un aspecto sumamente importante para la operación de cualquier filtro de mangas. Dependiendo de la selección, el sistema funcionará correctamente durante la operación o presentará problemas, Entre los aspectos más importantes a considerar para la selección tenemos: Tipo de colector, particularmente

su tipo de limpieza, nivel de humedad, temperatura, composición química de la mezcla gas/polvo, abrasividad del material.

Además, el medio filtrante debe satisfacer las siguientes condiciones: alta permeabilidad, para menores pérdidas, gran capacidad para soportar esfuerzos, altas velocidades del fluido a limpiar, estabilidad térmica a temperatura de operación y estabilidad dimensional. (Tabla 3.1 y 3.2).

Tabla 3.1 Acabados para fibra de vidrio. (www.monografias.com).

Acabado	Finalidad del acabado		
Silicona, teflón	Proteger los hilos de fibra de vidrio de la abrasión,		
(SGT)	añade lubricidad		
Resistente al	Protege la manga al ataque acido		
acido			
Teflón B	Proporciona una mejor resistencia a la abrasión y		
	limita resistencia química		
Blue-Max	Proporciona mayor resistencia ácidos y favorece el		
CRF-70	desalojo de la copa de polvo, brinda resistencia superior a		
	la abrasión y al ataque alcalino. Mejora el encapsulamiento		
	de la fibra.		

Tabla 3.2 Características de los tipos de fibras. (www.monografias.com).

Variab les	Pol iéster	Acr ílico	Fibr a de vidrio	No mex	Ryt	P84
Tempe	275	285	500	375	375	500
ratura	°F	°F	°F	°F	°F	°F
Max.	134	140	259	190	190	259
De Ope.	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Abrasi	Exc	Bu	Reg	Exc	Bue	Re
ón	elente	eno	ular	elente	no	gular
Adsor ción de Energía	Exc elente	Bu eno	Reg ular	Bu eno	Bue	Bu eno
Propie dades de filtración	Exc elente	Bu eno	Reg ular	Exc elente	Mu y bueno	Exc elente
Calor	Pob	Exc	Exc	Bu	Exc	Bu
húmedo	re	elente	elente	eno	elente	eno
Hidról isis						
Alcali	Re	Re	Reg	Bu	Exc	Re
nos	gular	gular	ular	eno	elente	gular
Ácido	Re	Bu	Pob	Re	Exc	Bu
s minerales	gular	eno	re	gular	elente	eno
Oxige	Exc	Exc	Exc	Exc	Pob	Exc
no (15%+)	elente	elente	elente	elente	re	elente

3.2.1.2 Canastillas: Las canastillas son utilizadas con el fin de que en los periodos de limpieza o filtración, las mangas no colapsen manteniendo su forma cilíndrica a lo largo de la misma. Las canastillas son básicamente un alambrado, preferiblemente de una sola pieza y resistente a la corrosión, que tiene forma cilíndrica con anillos de forma circular a lo largo de la manga y con varillas verticales para completar la forma cilíndrica y poder alojarse dentro de la manga.

Por lo general, para mangas con diámetros menores a 160mm, la cantidad de varillas verticales estará entre 8 y 12; mientras que para mangas con diámetros mayores a 200mm, serán desde 16 hasta 20 varillas. Los tipos de canastillas de acuerdo a su parte superior, se indican en la figura 3.11.

3.2.1.3 Venturis: Los Venturis son componentes integrales en la mayoría de colectores del tipo pulse-jet. Se encarga de dirigir el disparo de aire comprimido hacia el centro de la manga con el fin de prevenir abrasión provocada por posibles desalineamiento de las flautas. Una buena configuración de los Venturis garantiza un eficiente desprendimiento de la capa de polvo y ahorro en el consumo de aire comprimido al ser más eficiente la limpieza por cada disparo generado.

Si los Venturis sufren algún desperfecto, el aire comprimido no alcanza la velocidad requerida para limpiar efectivamente las mangas.

Otro punto importante del Venturis, es que además crea una entrada de aire secundario a la manga. Esto se da por la velocidad de entrada de aire comprimido y por la forma del Venturis que crea una succión en el momento que se produce el disparo de la válvula.

La ubicación de la flauta en relación al Venturis es muy importante; para efectos de que se produzca la energía de velocidad necesaria.

3.2.1.4 Tolva de descarga: Por lo general, el polvo tiende a aglomerarse en las paredes de la tolva debido a que las esquinas son rectas. Se recomienda que las esquinas de las tolvas sean redondeadas y que el ángulo de inclinación no sea menor a 55°.

Un problema frecuente que se presenta, es la aglomeración del material en tolvas piramidales debido a la pequeña abertura de descarga y a la baja inclinación de las paredes evitando que el material se mueva por gravedad con facilidad. Para este caso, se recomienda modificar la salida colocando un transportador sin fin directamente a la salida de la tolva en lugar de colocar primeramente compuertas doble péndulo o válvulas rotatorias.

3.2.1.5 Válvula rotatoria: Posterior a la tolva de descarga, se encuentran las válvulas que hacen el sello para evitar la entrada de aire falso no calculado en el sistema. Tenemos las válvulas las pendulares (dobles o triples).

Generalmente, las válvulas rotatorias se utilizan para el cemento y caliza; las pendulares se utilizan con el clínker. El mantenimiento de estos elementos es igual de importante que cualquier parte del sistema; hay que controlar el desgaste de las aletas de las válvulas rotatorias con respecto a la coraza y de igual manera, el movimiento de las pendulares debe ser libre. Algún trabamiento de una pendular podría generar atoramientos en las tolvas si es que falló cerrada, o entrada constante de aire falso si falló abierta.

3.2.1.6 Cámara limpia: El uso de una cámara de gas limpio en lugar de simples compuertas superiores resulta en una mejor práctica para mantenimiento. La altura de la cámara limpia debe ser mayor que la longitud de las mangas con el fin de poder sacar las canastillas hacia arriba y además para permitir el ingreso del personal de mantenimiento.

En una cámara de gas limpio del tipo "Walk in plenum" se tiene una sola compuerta para entrada y salida, mientras que ante la ausencia de una cámara de este tipo, son varias las compuertas en la parte superior que hay que abrir para el mantenimiento, no olvidando que hay mayor posibilidad de entrada de aire falso al sistema.

3.2.1.7 Ventilador: El ventilador es el corazón del sistema. Controla el flujo de gas en el punto de generación de la contaminación y en el resto del sistema y sus componentes. Proveen la energía necesaria para que el flujo logre vencer la resistencia (o caída de presión) a través de la ducterias y colector.

Existen 2 tipos de ventiladores: axiales y centrífugos. En sistemas de control de la contaminación, los ventiladores centrífugos son los mayormente utilizados.

Un ventilador centrífugo tiene una turbina compuesta por un número de aletas montadas alrededor de la manzana. El gas desde el lado de la turbina, gira 90°, acelera y pasa hacia las aletas del ventilador. Los ventiladores centrífugos pueden alcanzar altas presiones en el flujo de gas, por lo tanto, son los más eficaces para procesos industriales y para los sistemas de control de la contaminación.

El uso de dampers a la entrada o salida del ventilador es frecuente; son utilizados para controlar el flujo de gas al o desde el ventilador.

Los dampers en la salida imponen una resistencia al flujo que es utilizado para el control del flujo de gas; mientras que los dampers colocados a la entrada se ajustan a las diferentes condiciones del proceso de acuerdo al flujo de gas que el ventilador debe manejar.

> Tipos de turbinas en ventiladores centrífugos: Existen 3 tipos de turbinas:

Curvas hacia delante: En el sentido de la rotación del ventilador. Son afectados enormemente por flujos de gas con material particulado. No son utilizados en sistemas colectores.

Curvas hacia atrás: Este tipo de ventiladores están diseñados para manejar flujos de gases con una pequeña concentración de material particulado. Son más eficientes.

Radiales: Las aletas radiales son las que mejor desempeño tienen para flujo de gases con alta concentración de material particulado.

3.2.1.8 Control de limpieza: En colectores tipo pulse-jet, el objetivo de la limpieza no es solo remover el polvo colectado, sino que con esto, se produce un cambio en la presión diferencial del filtro. En unidades con altas velocidades ascendentes, la separación de finas partículas de polvo puede ocurrir, creando una capa de polvo muy densa. Este tipo de situaciones crea una resistencia al flujo de aire y mayores presiones diferenciales.

Es esencial para una buena operación del sistema, libre de problemas, que la calidad del aire comprimido sea buena, es decir que este sea seco, además de un buen volumen de aire. Usualmente la presión requerida para la limpieza es de 6 bar.

Secuencia de pulsos: La secuencia de pulsos juega un papel importante en la limpieza, básicamente porque puede provocar el reingreso de material recolectado a la manga. Pulsar una columna que está junto a otra de manera secuencial, puede causar que las partículas finas migren hacia la columna que fue limpiada previamente. Alternar los pulsos entre las columnas puede mejorar la limpieza.

Además de eso, una manga limpia presenta menor resistencia al flujo, por lo tanto, la velocidad en las cercanías de esa manga aumentará y con esto, si la columna siguiente junto a esa entra en etapa de limpieza, el material sacudido en lugar de ir hacia la tolva, va a tender a ir hacia las mangas limpias, evitando que la presión diferencial baje notablemente, aumentando los pulsos y consumos de aire comprimido.

➤ Ciclos de pulsación: Los ciclos de limpieza para colectores pulse jet deben ser diseñados de manera que la duración produzca una corto y directo pulso para crear una efectiva onda en la manga. Por lo general, la duración debe estar entre 0.10 y 0.15 segundos.

La frecuencia de la limpieza es importante para tener una adecuada retención de la capa de polvo. Puede variar entre 7 y 30 segundos, pero lo óptimo es utilizar manómetros de presión diferencial para que controlen las frecuencias de limpieza por demanda dependiendo de la presión y no por tiempo, entre la cámara limpia y la cámara de limpieza.

Este tipo de sistemas automáticamente iniciará el proceso de limpieza cuando la presión diferencial llegue al máximo permitido y se detendrá cuando llegue al mínimo establecido en el manómetro.

Otro aspecto importante es la utilización de un sistema con capacidad de memoria para que al inicio de la secuencia de limpieza lo haga por la siguiente columna correspondiente al orden establecido inicialmente, evitando que reinicie la limpieza siempre en la misma columna a término de cada ciclo.

- Diafragmas y válvulas solenoides: Si las válvulas o los diafragmas están averiados, el sistema de limpieza no trabaja adecuadamente.
- ➤ Válvula de purga: Las válvulas de purga están concebidas para eliminar el exceso de humedad en el tanque de aire comprimido antes de que entre a la unidad de limpieza, para evitar corrosión, y polvo húmedo en la parte superior de las mangas.

Actualmente existen válvulas de purgas automáticas localizadas en la parte inferior del tanque y conectadas a una válvula de pulso. Cuando esta dispara, la válvula de purga se abre removiendo la excesiva humedad.

3.2.2 Manejo de materiales

El manejo de los materiales es la preparación y colocación de los mismos para facilitar su movimiento o almacenamiento. Comprende todas las operaciones a que se somete el producto excepto el trabajo de elaboración propiamente dicho; y en muchos casos se incluye en éste como una parte integrante del proceso.

Es un área dentro de la ingeniería que se centra en el diseño de equipos utilizados para transportar materiales tales como: Minerales, cereales, granos, etc.; que tiene que ser transportados a granel. También puede estar relacionada al manejo de desperdicios varios.

Los sistemas de manejo de materiales generalmente están compuestos por

elementos móviles de maquinarias tales como transportadores de banda, elevadores

de cangilones, etc.

El propósito generalmente del manejo de material a granel es el de transportar

material de un o varios lugares hasta un destino final.

3.2.2.1 Sistemas que funcionan por gravedad: En la industria actual el manejo de

material representa un alto costo para la misma. Los sistemas mecanizados utilizados

para la manipulación de materiales requieren de mucho mantenimiento, es por eso

que ha tenido que aprovechar la acción de la gravedad, implementándola en los

sistemas de manejo de materiales. Entre ellas tenemos:

Rampa transportadora: Es la forma más económica para baja materiales

de un nivel a otro. Son de construcción sencillas y en las condiciones comunes de

trabajo su costo de mantenimiento es usualmente nulo. Se elaboran comúnmente, de

perfiles y laminas de acero conformados de manera que actúen para combinar los

materiales manejados entre ciertos límites. Entre los tipos de rampas tenemos:

Rampa Hidráulica: Son sistemas de alto desempeño.

Rampas mecánicas: Están equipadas con cadena de liberación, resortes de

trabajos pesados, el borde nivelador se activa al levantar la rampa.

Rampa neumática: Basa su funcionamiento en la fuerza del aire.

Elevadores de cangilones: Se utilizan para el desplazamiento vertical (10°

de inclinación como máximo) y se componen con una correa sin fin provista de

cangilones y tensadas verticalmente entre dos poleas.

Los elevadores de cangilones ofrecen la ventaja de un montaje fácil, permite alcanzar una gran altura (70mts), consumen poco, ocupan poco espacio y su precio es moderado, se trata no obstante de un material fijo, y los costos d instalación son relativamente elevado (excavación de la fosa).

Existen elevadores más o menos rápidos, cuya utilizada es función del peso específico y de la naturaleza de los granos; título indicativo, precisemos que su velocidad media es de 2,5 a 3 Mts/Seg, lo que permite trabajo continuo, mientras que su velocidad máxima es de 6 a 8 Mts/Seg. El elevador de cangilones consiste en: un cangilón para transportar el material, una cinta o cadena para trasladar los cangilones y transmitir la potencia y algún medio para dirigir el movimiento.

Accesorios para llenar los <u>cangilones</u> y/o vaciar el producto, recibir el producto vaciado, mantener la tensión en el sistema y para el mantenimiento así como sistemas de seguridad.

3.2.2.2 Trasportadoras de cinta y de cadena

Transportadoras de cinta: Se componen de una banda sustentadora de caucho resistente que circula sobre rodillos y s movida por un juego de cilindros, una tolva de alimentación y eventualmente un carrito de descarga a la salida.

Las ventajas que tiene la cinta transportadora son: Permiten el transporte de materiales a gran distancia, se adaptan al terreno, tienen una gran capacidad de transporte, permiten transportar una variedad grande de materiales, es posible la carga y la descarga en cualquier punto del trazado, se puede desplazar y no altera el producto transportado.

- ➤ Transportador de cadenas: Se compone de una cadena sin fin de eslabones planos con barrotes, que circula en la línea interior de un cofre de sección rectangular arrastrando a los productos a una velocidad que oscilan, en funcionamiento horizontal, entre 0,20 y 1 Mts/Seg.
- 3.2.2.3 Dispositivo neumático: La manipulación neumática se realiza arrastrando los granos mediante una corriente de aire que circula en tubos, a una velocidad suficiente para que no puedan detenerse.

Este tipo de transporte obliga realizar un estudio técnico para cada instalación, teniendo en cuenta el tamaño de los granos, sus propiedades abrasivas, su densidad y compresibilidad, su grado de humedad y su temperatura y finalmente su fragilidad.

- 3.2.2.4 Montones: Es el que se realiza a la intemperie o bajo techo en forma de montones o pilas formadas por la caída libre del material desde una cierta altura, sin tener elementos de retención. La cantidad de material contenido en el montón dependerá de la altura de la caída, del desplazamiento del punto de caída y del Angulo de reposo del material. Se distinguen tres posibilidades principales:
- Montones cónicos: Son aquellos montones donde no hay desplazamientos del punto de caída del material; describe un cono perfecto, más ancho o más lato dependiendo de la altura de donde cae el material.
- Montones largos rectos: Se forman montones largos rectos, cuando el punto de caída se desplaza en una línea recta. Los extremos del montón serán dos medios conos y la parte recta de este será de sección rectangular.
- Montones largos curvos: Son formadas cuando el punto de caída se desplaza describiendo aro de círculo, puede ser en forma de "U". el montón estará

formado por dos medios, en los extremos y una parta curva de sección triangular. Es así mismo valedero lo referente a la altura e inclinación de la superficie respecto a la horizontal.

- 3.2.2.5 Tolva: Es un tipo de dispositivo que representa una forma similar del tronco de una pirámide o de un cono invertido. Se encuesta abierta por debajo y dentro de ella se puede echar granos o bien otros cuerpos; con l objetivo de que caigan de manera paulatina entre las piezas del mecanismo.
- Tolva de recepción: Es una fosa hecha de hormigón y recubierta con un enrejado en la que se vierte el grano a su llegada al centro de almacenamiento.

Se sitúa a nivel del suelo, en un lugar protegido contra la lluvia, y de tal manera que los vehículos de transporten pueden maniobrar fácilmente para llegar a ella.

- 3.2.2.6 Silo: Un silo es una estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura. Los más habituales tienen forma cilíndrica, asemejándose a una torre, construida de madera, hormigón armado o metal.
- Silos de Búnker: Los silos de búnker son <u>trincheras</u> hechas generalmente de hormigón que se llenan y comprimen con tractores y máquinas de carga. Su costo es bajo y son convenientes para operaciones muy grandes. La trinchera rellena se recubre con una carpa para sellarlo herméticamente. Estos silos generalmente se descargan usando tractores y cargadores. Son de forma esférica, y tiene un tubo para pasar el alimento a una planta procesadora.

Silos de torre: El silo de torre es una estructura de generalmente 4 a 8 m de diámetro y 10 a 25 m de altura. Puede construirse de materiales tales como vigas de

madera, hormigón, vigas de hormigón, y chapa galvanizada ondulada. Estos materiales tienen diferencias en su precio, durabilidad y la hermeticidad resultante. Los silos de torre que solo guardan ensilaje generalmente se descargan desde su parte superior. Esta tarea era originalmente hecha a mano con rastrillos, pero actualmente se realiza más a menudo con descargadores mecánicos. Algunas veces se utilizan cargadores para recoger desde las partes inferiores pero hay problemas para hacer reparaciones y con el ensilaje que se incrusta en las paredes de la estructura.

- Silos de Bolsa: Silos de bolsa son bolsas plásticas de gran tamaño, generalmente 2 a 2½ m. de diámetro, y de un largo que varía dependiendo de la cantidad del material a almacenar. Se compactan usando una máquina hecha para ese fin, y ambos finales se sellan. Las bolsas se descargan usando un tractor y cargador, o un cargador con palanca. La bolsa se descarta por secciones mientras se destroza.
- Silos de Misiles: Se le da el nombre de silos de <u>misiles</u> a las estructuras semisubterráneas que almacenan misiles cuya finalidad y diseño responde al lanzamiento de misiles balísticos. Los silos de misiles son una especie de bases debajo de la tierra, blindadas para soportar un <u>ataque nuclear</u>, en los años 60s y 70 se construían en masa y valían millones de dólares debido a que guardaban un <u>ICBM</u> listo para ser lanzado en el momento de la orden. Estos recintos tenia baños y alcobas para los técnicos del lugar, así se cambiaban las guardias cada 24h.
- Silos de Villacañas casas subterráneas: Los <u>silos de Villacañas</u> son casas subterráneas excavadas en la <u>llanura Manchega</u>. Se conoce su existencia desde el siglo XVIII. Los silos eran las viviendas de las familias más humildes y se construían cavando la tierra hasta abrir en su interior las habitaciones necesarias. Los techos y las paredes se cubrían de <u>yeso</u> y se pintaban con <u>cal</u> para iluminar su interior, sus ventanas se abren verticalmente desde el techo lumbreras que sirven de respiradero. La Caña es la escalera o rampa con escalones inclinados que es el acceso

al interior, junto a la puerta se encuentra el desaguadero que es un depósito de <u>aguas</u> <u>pluviales</u>, consta de comedor, cocina, dormitorios, <u>pajar</u>, <u>cuadras</u>, <u>gallinero</u>.

3.2.3 Mantenimiento industrial

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, <u>máquinas</u>, construcciones civiles, instalaciones.

3.2.3.1 Objetivos del mantenimiento industrial

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los <u>bienes</u> precitados.
 - Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
 - Evitar detenciones inútiles o para de <u>máquinas</u>.
 - Evitar <u>accidentes</u>.
 - Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los <u>bienes</u> productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- ➤ Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más <u>tiempo</u> y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de <u>diseño</u> con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

3.2.3.2 Tipos de mantenimiento industrial

Mantenimiento para Usuario: En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas.

Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

Mantenimiento correctivo: Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo): Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

Mantenimiento curativo (de reparación): Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

- Mantenimiento Preventivo: Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.
- Mantenimiento Predictivo: Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan <u>herramientas</u> y <u>técnicas</u> de <u>monitores</u> de parámetros físicos.
- Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.): Mantenimiento productivo total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema Japonés de mantenimiento industrial la letra M representa acciones de MANAGEMENT y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

3.2.3.3 Niveles del mantenimiento industrial

Al definir el mantenimiento, como las tareas y acciones que se deben efectuar para que el medio continúe haciendo lo que el usuario desea que haga, se observa que existe una diversidad de tareas que se pueden efectuar, como así también los actores que deben participar en la ejecución, razón por la cual se debe establecer un criterio para clasificación de las tareas y asignación de roles.

➤ 1° Nivel de Mantenimiento: Se incluyen acá todo el conjunto de acciones simples necesarias a la explotación del medio y realizadas sobre los elementos de fácil acceso para dicho operador, de manera tal de que no se produzca riesgo alguno por parte de este al realizar esta actividad, pudiendo o no ser con la ayuda herramientas o medios auxiliares que se encuentran incorporados en el medio.

También incluyen las regulaciones y controles o inspecciones necesarias a la explotación, las operación elementales de mantenimiento preventivo puesta a nivel de liquido (aceite, combustibles, etc.), el reemplazo de los artículos consumibles o de accesorios (cordones, pilas, etc.).

➤ 2° Nivel de Mantenimiento: Contiene todo el conjunto de acciones que necesitan de procedimientos simples y/o de equipamiento de sostén (integrados al medio o externo al mismo). En este caso se pueden incluir los controles de performance, regulaciones, reparaciones por intercambio estándar de subconjuntos (reemplazo fácil).

Este tipo de acciones de mantenimiento pueden ser efectuadas por personal habilitado con los procedimientos detallados y el equipamiento necesario definido en las instrucciones de mantenimiento.

No se debe confundir con las tareas del 1° nivel de mantenimiento, ya que en este caso las tareas representan una complejidad superior y los procedimientos de ejecución no son tan simples como en el caso anterior.

En este caso las tareas ya no son efectuadas por el operador del medio, sino que son efectuadas por personal "de mantenimiento", es decir, personal de fabricación que conoce muy bien la operación del medio y que ha sido debidamente formado a los fines de poder efectuar estas tareas.

➤ 3° Nivel de Mantenimiento: Se incluyen acá todo el conjunto de acciones que necesitan de procedimientos complejos y/o de equipamiento de sostén de utilización, así como las regulaciones generales, operaciones de mantenimiento sistemático delicadas, las reparaciones por intercambio de subconjuntos y/o componentes.

Este tipo de operación de mantenimiento puede ser efectuada por un técnico calificado con la ayuda de procedimientos detallados y de equipos de sostén previstos en las instrucciones de mantenimiento.

➤ 4° Nivel de Mantenimiento: Este encierra todo el conjunto de acciones donde se necesita una especialización en una tecnología en particular por parte del personal que va a efectuar la tarea. Se incluyen acá las reparaciones para reemplazo de subconjuntos, y componentes, las reparaciones especializadas, la verificación de aparatos de medición, etc., dejando totalmente excluidas las operaciones de renovación y/o reconstrucción del medio.

Este tipo de operación de mantenimiento puede ser efectuada por un técnico o un equipo especialista con la ayuda de todas las instrucciones de mantenimiento general y/o particular en caso de ser necesario. Como se observa, ya no se discute que el responsable de efectuar la tarea es un operador de fabricación , ni un operador de fabricación formado, sino que ya se habla de que el responsable de efectuar la tarea sea un técnico con una especialización en una tecnología / metier (oficio).

➤ 5° Nivel de Mantenimiento: Contiene todo el conjunto de acciones donde los procedimientos a emplear implican un saber hacer, acudiendo a tecnologías particulares, procesos y/o equipamiento de resguardo industrial. Se incluyen acá las actividades de renovación, reconstrucción, etc., las cuales son efectuadas por el

constructor o por una empresa especialista con los equipos de sostén definidos allegados a la fabricación.

En este caso, las tareas son efectuadas por empresas especialistas, con la capacidad suficiente como para fabricar, renovar y reconstruir el medio según se requiera. Estas tareas son de carácter puntual y no forman parte del día a día de nuestra actividad de mantenimiento, razón por la cual son asignadas para su realización por empresas especializadas en el metier (oficio).

3.2.4 Ingeniería económica

Se preocupa de los aspectos económicos de la ingeniería; implica la evaluación sistemática de los costos y beneficios de los proyectos técnicos propuestos. Los principios y metodología de la ingeniería económica son parte integral de la administración y operación diaria de compañías y corporaciones del sector privado, servicios públicos regulados, unidades o agencias gubernamentales, y organizaciones no lucrativas. Estos principios se utilizan para analizar usos alternativos de recursos financieros, particularmente en relación con las cualidades físicas y la operación de una organización.

Se encarga del dinero en las decisiones tomadas por los ingenieros al trabajar para hacer que una empresa sea lucrativa en un mercado altamente competitivo. Inherentes a estas decisiones son los cambios entre diferentes tipos de costos y el desempeño (Tiempo de respuesta, seguridad, peso, confiabilidad, etc.) proporcionado por el diseño propuesto a la solución del problema.

3.2.4.1 Objetivo de la ingeniería económica

Lograr un análisis técnico, con énfasis en los aspectos económicos, de manera de contribuir notoriamente en la toma de decisiones.

3.2.4.2 Principios ingeniería económica

- Desarrollar opciones: La elección se da entre las alternativas. Es necesario identificar las alternativas y después definirlas para el análisis subsecuente.
- ➤ Enfocarse en las diferencias: Al comparar las alternativas debe considerarse sólo aquello que resulta relevante para la toma de decisiones, es decir, las diferencias en los posibles resultados.
- ➤ Utilizar un punto de vista consistente: Los resultados posibles de las alternativas, económicas y de otro tipo, deben llevarse a cabo consistentemente desde un punto de vista definido.
- ➤ Utilizar una unidad de medición: Utilizar una unidad de medición para enumerar todos los resultados probables hará más fácil el análisis y comparación de las alternativas.
- Considerar los criterios: La selección de una alternativa requiere del uso de uno o varios criterios. El proceso de decisión debe considerar los resultados enumerados en la unidad monetaria y los expresados en alguna otra unidad de medida o hechos explícitos de una manera descriptiva.
- ➤ Hacer la incertidumbre: La incertidumbre es inherente al proyectar los resultados futuros de las alternativas y debe reconocerse en su análisis y comparación.

Tomar decisiones: La toma de decisiones mejorada resulta de un proceso adaptativo; los resultados iníciales proyectados de la alternativa seleccionada deben compararse posteriormente con los resultados reales logrados.

3.2.5 Tasa de interés

En términos generales, a nivel individual, la tasa de interés (expresada en porcentajes) representa un balance entre el riesgo y la posible ganancia (oportunidad) de la utilización de una suma de dinero en una situación y tiempo determinado. En este sentido, la tasa de interés es el precio del dinero, el cual se debe pagar/cobrar por tomarlo prestado/cederlo en préstamo en una situación determinada. Por ejemplo, si las tasas de interés fueran la mismas tanto para depósitos en bonos del Estado, cuentas bancarias a largo plazo e inversiones en un nuevo tipo de industria, nadie invertiría en acciones o depositaria en un banco. Tanto la industria como el banco pueden ir a la bancarrota, un país no. Por otra parte, el riesgo de la inversión en una empresa determinada es mayor que el riesgo de un banco. Sigue entonces que la tasa de interés será menor para bonos del Estado que para depósitos a largo plazo en un banco privado, la que a su vez será menor que los posibles intereses ganados en una inversión industrial.

De esta manera, desde el punto de vista del Estado, una tasa de interés alta incentiva el <u>ahorro</u> y una tasa de interés baja incentiva el <u>consumo</u>. Esto permite la intervención estatal a fin de fomentar ya sea el ahorro o la expansión, de acuerdo a objetivos macroeconómicos general.

Así, el concepto de "tasa de interés" admite numerosas definiciones, las cuales varían según el contexto en el cual es utilizado. A su vez, en la práctica, se observan múltiples tasas de interés, por lo que resulta difícil determinar una única tasa de interés relevante para todas las transacciones económicas.

3.2.5.1 Tipos de tasas

- Tasa de interés activa: Es el porcentaje que las instituciones bancarias, de acuerdo con las condiciones de mercado y las disposiciones del banco central, cobran por los diferentes tipos de servicios de crédito a los usuarios de los mismos. Son activas porque son recursos a favor de la banca.
- Tasa de interés pasiva: Es el porcentaje que paga una institución bancaria a quien deposita dinero mediante cualquiera de los instrumentos que para tal efecto existen. Son pasivas porque, para el banco, son recursos a favor de quien deposita.
- Tasa de interés preferencial: Es un porcentaje inferior al "normal" o general (que puede ser incluso inferior al costo de fondeo establecido de acuerdo a las políticas del Gobierno) que se cobra a los préstamos destinados a actividades específicas que se desea promover ya sea por el gobierno o una institución financiera. Ejemplo: crédito regional selectivo, crédito a pequeños comerciantes, crédito a ejidatarios, crédito a nuevos clientes, crédito a miembros de alguna sociedad o asociación, etc.
- Tasa de interés real: Es el porcentaje resultante de deducir a la tasa de interés general vigente la tasa de inflación.
- Tasa de interés externa: Precio que se paga por el uso de capital externo. Se expresa en porcentaje anual y es establecido por los países o instituciones que otorgan los recursos monetarios y financieros.

3.2.6 Flujo efectivo de caja

En <u>finanzas</u> y en <u>economía</u> se entiende por flujo de caja o flujo de fondos, los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.

El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa puede ser utilizado para determinar:

- 1. Problemas de liquidez: El ser rentable no significa necesariamente poseer liquidez. Una compañía puede tener problemas de efectivo, aun siendo rentable. Por lo tanto, permite anticipar los saldos en dinero.
- 2. Para analizar la viabilidad de proyectos de inversión: Los flujos de fondos son la base de cálculo del <u>Valor actual neto</u> y de la <u>Tasa interna de retorno</u>.
- Para medir la rentabilidad o: Crecimiento de un negocio cuando se entienda que las normas contables no representan adecuadamente la realidad económica.

3.2.7 Valor presente (VP)

<u>Valor</u> presente es el valor actual de un <u>Capital</u> que no es inmediatamente exigible (por oposición al valor nominal). Es la suma que, colocada a <u>interés</u> <u>compuesto</u> hasta su vencimiento, se convertiría en una cantidad igual a aquél en la

época de pago. Comúnmente se conoce como el valor del <u>Dinero</u> en <u>Función</u> del <u>Tiempo</u>.

El valor presente VP es muy popular debido a que los gastos o los ingresos se transforman en bolívares (Bsf.) equivalentes de ahora, es decir, todos los flujos efectivos futuros asociados con una alternativa se convierte en bolívares (Bsf.) presentes. El valor presente VP se calcula a partir de la tasa mínima atractiva de rendimiento TMAR para cada rendimiento.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Presente es:

$$VP = C * (1+i)^{-n}$$

(3.1)

Donde:

VP = Valor presente.

C = Utilidad neta del periodo.

i =Tasa de interés.

n = Periodo del estudio.

3.2.8 Valor presente neto (VPN)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los <u>flujos de caja</u> futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Presente Neto es:

$$VPN = -p + \frac{FEC_1}{(1+i)^1} + \frac{FEC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEC_n}{(1+i)^n}$$
(3.2)

Donde:

FEC₌ Representa los flujos efectivo de caja en cada periodo n.

p= Es el valor del desembolso inicial de la inversión en el año cero.

i= Tasa de interés referencial.

n= Años del estudio.

Si VPN ≥ 0 Acéptese la inversión.

Si VPN \leq 0 Rechácese la inversión.

3.2.9 Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

El método que utiliza el índice CAUE, consiste en convertir todos los ingresos y egresos, en una serie uniforme de pagos. Obviamente, si el CAUE, es positivo, es

79

porque los ingresos son mayores que los egresos y, por lo tanto, el proyecto puede realizarse; pero, si el CAUE, es negativo, es porque los ingresos son menores que los egresos; en consecuencia el proyecto debe ser rechazado. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que la aceptación o rechazo de un proyecto depende, en gran parte, de la tasa de interés a la cual se le evalúe. En general, hay más posibilidades de aceptar un proyecto, cuando la evaluación se efectúa a una tasa baja, que a una tasa mayor.

Su ecuación es la siguiente:

CAUE = VP (A/P, i, n) (3.3)

Donde:

VP = Valor presente.

A/P = Factor de interés.

i =Tasa de interés.

n =Años del estudio.

3.2.10 Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)

Se define como la menor cantidad de dinero que se espera obtener como rendimiento de un capital puesto a trabajar de manera de poder cubrir los compromisos de costos de capital.

La tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) también suele expresarse en forma porcentual anual. Este porcentaje expresa el excedente mínimo de los ingresos sobre los costos de cada año en relación con la inversión, necesario para cubrir los compromisos derivados del uso de capital.

Usualmente, dentro de la tasa mínima se incluye, además del costo capital, el efecto de otros elementos, tales como: el riesgo de las inversiones, la disponibilidad de capital de inversión, etc., que hacen que su valor sea mayor que el costo de capital.

3.2.11 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de retorno que se obtiene sobre la inversión no recuperada, o bien la tasa de descuento que iguala los beneficios a los costos en términos de valor presente. El criterio de decisión con este indicador es que será aceptable el proyecto cuyo TIR sea mayor o igual a la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) lo cual significaría un rendimiento por lo menos igual o superior al esperado como el mínimo aceptable por el inversionista de acuerdo con el costo de oportunidad de su capital.

Con la tasa interna de retorno se mide el valor promedio de la inversión en términos porcentuales para los años de vida útil estimada del proyecto.

- 1. Si la TIR es mayor que la tasa mínima atractiva de retorno, la inversión es financieramente aceptable.
- 2. Si la TIR es igual que la tasa mínima atractiva de retorno, el inversionista es indiferente delante de la inversión.
- 3. Si la TIR es menor que la tasa de rentabilidad mínima atractiva, la inversión no es aceptable financieramente.

3.2.12 Costos

El costo es un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico.

El costo de producción es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir, que deben consumir los centros fabriles para obtener un producto terminado, en condiciones de ser entregado al sector comercial.

3.2.12.1 Objetivos y funciones de los costos

Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos los siguientes:

- > Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
 - Facilitar la toma de decisiones.
 - Permitir la valuación de inventarios.
 - Controlar la eficiencia de las operaciones.
 - Contribuir a planeamiento, control y gestión de la empresa.

3.2.12.2 Clasificación de los costos

Los costos pueden ser clasificados de diversas formas

Según los períodos de contabilidad:

Costos corrientes: aquellos en que se incurre durante el ciclo de producción al cual se asignan (ejemplo: fuerza motriz, jornales).

Costos previstos: incorporan los cargos a los costos con anticipación al momento en que efectivamente se realiza el pago (ejemplo: cargas sociales periódicas).

Costos diferidos: erogaciones que se efectúan en forma diferida (ejemplo: seguros, alquileres, depreciaciones, etc.).

- ➤ Según la función que desempeñan: Indican cómo se desglosan por función las cuentas Producción en Proceso y Departamentos de Servicios, de manera que posibiliten la obtención de costos unitarios precisos: Costos industriales, costos comerciales, y costos financieros.
 - Según la forma de imputación a las unidades de producto:

Costo directo: Comprende los gastos que son identificables directamente con una producción o servicio. Ejemplo: materias primas, salarios de los obreros directos a la producción, etc.

Costo indirecto: Está constituido por los gastos que no son identificables con una producción o servicio dado, relacionándose con éstos en forma indirecta. Ejemplo: reparación y mantenimiento.

Según el tipo de variabilidad:

Costos fijos: Son los que permanecen inalterables independientemente de los aumentos o disminuciones de la producción, dentro de ciertos límites. Ejemplo: salario del personal administrativo y medidas de protección.

Costos variables: Varían proporcionalmente a los cambios experimentados en el volumen de la producción. Ejemplo: materias primas y materiales directos, combustible y energía con fines tecnológicos.

3.2.12.3 Elementos del costo

Los tres elementos del costo de fabricación son:

- Materias primas: Todos aquellos elementos físicos que es imprescindible consumir durante el proceso de elaboración de un producto, de sus accesorios y de su envase. Esto con la condición de que el consumo del insumo debe guardar relación proporcional con la cantidad de unidades producidas.
- Mano de obra directa: Valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.
- Carga fabril: Son todos los costos en que necesita incurrir un centro para el logro de sus fines; costos que, salvo casos de excepción, son de asignación indirecta, por lo tanto precisa de bases de distribución.

La suma de las materias primas y la mano de obra directa constituyen el costo primo.

La combinación de la mano de obra directa y la carga fabril constituye el costo de conversión, llamado así porque es el costo de convertir las materias primas en productos terminados.

3.2.13 Sistemas de costos

Sistema en un sentido genérico, es un conjunto de elementos interactuados, que buscan un objetivo común.

Sistema de costos entonces, es un conjunto de elementos como normas, criterios, pautas y procedimientos, que nos ayudan a calcular y determinar costos de producción y otros.

3.2.13.1 Funciones del sistema de costos

- Establece modalidades (bases) para el cálculo.
- Fija pautas para imputar (asignar) los costos.
- > Determina criterios para distribuir los gastos.
- Establece la oportunidad o momento en que se deben calcular los costos. (Esta función está relacionada a la existencia de 2 sistemas: Pre-calculado e Histórico).

3.2.13.2 Elementos del sistema de costo

Normas: Son reglas para identificar los elementos (y definir además su tratamiento).

- > Criterios: Son los fundamentos que ayudan a elegir un sistema determinado.
- Procedimientos: Es la metodología para poner en práctica las normas y criterios.
- Pautas: Son formas de comportamiento, líneas de acción para los procedimientos.
- Operaciones: Son la acción misma del sistema, materializan los demás elementos.
 - Modelos (o bases de cálculo): Entre las Bases de costos se tienen:

Sistema Histórico (Real, o "Post-Mortem").

Sistema Pre-calculado.

El sistema histórico: Se caracteriza por efectuar el cálculo del costo en forma posterior (o simultánea) con el desarrollo de la producción; es decir trabaja con costos en que ya se han incurrido, y los valores que se debitan o acreditan en las cuentas del costo son exactos. Por lo mismo, su ventaja es entregar cálculos reales, que no requieren posterior modificación.

Como desventaja se observa que no es posible conocer el costo de los productos en tanto estos se estén elaborando, lo cual impide tomar decisiones alternativas, como modificación de precios, sustitución de materiales, rectificación de políticas remuneracionales entre otras.

Los sistemas predeterminados: Realizan el cálculo del costo en forma previa a la producción, y por lo tanto se aplican preferentemente en empresas que por la naturaleza de su giro requieren conocer en forma anticipada el costo de los productos a elaborar o de los servicios que desean prestar: imprentas, constructoras, y en general empresas que participan en licitaciones o propuestas.

Para que un sistema pre-calculado funcione, es necesario conocer:

El producto: O línea de productos que se desea fabricar (modelo, diseño, detalles técnicos, tipo de mano de obra.

El proceso productivo: Etapas, tareas a realizar, utilización de maquinaria y equipo, el rendimiento de ellos (horas hombre, horas máquina), etc.

El manejo de materiales: Programar su abastecimiento, ver rendimiento y calidad.

Costos actualizado: De materia prima y mano de obra.

Los sistemas pre-calculados: A su vez se subdividen en estimados y estándar (Standard).

El costo estimado: Trabaja en un registro denominado "cédula de costo estimativo", donde se anotan los elementos que "se supone" serán utilizados, y su probable valor.

Para una empresa que trabaje con costos pre-calculados, una estimación errónea será igualmente perjudicial si se hace con déficit, que si es con exceso; ya que puede

provocar que se obtenga pérdida al trabajar con un margen muy bajo o que el presupuesto sea rechazado por el potencial cliente al considerarlo elevado.

En este sistema la contabilización de los costos se hace en base a valores estimados (o sea, anteriores a la producción), debiéndose registrar posteriormente los valores reales (una vez elaborado el artículo), ya que su metodología exige una comparación de ambos al término del proceso, a objeto de detectar variaciones (las cuales deben llevarse a una cuenta de ajuste, que puede denominarse "variación del costo estimativo").

La desventaja del sistema estimado, es que resulta difícil calcular el valor de la producción en proceso, ya que las cuentas que intervienen en su contabilización se mueven con valores reales y estimados, por lo cual su saldo final no es concreto (no refleja existencia).

El sistema de costos con base estándar consiste en calcular lo que debe costar un producto, desarrollando el proceso en condiciones uniformes (estandarizadas); o sea, trabajando según patrones o modelos de producción. Se define como un sistema predeterminado cuyo objetivo es establecer el costo "normal" de los artículos, como también el volumen de las operaciones, considerando todos los factores que intervienen en la producción.

3.2.14 Centros de costos

Un centro de costo (CeCo) es una unidad o subdivisión mínima en el proceso de registro contable en la cual se acumulan los gastos en la actividad productiva de la empresa a los fines de facilitar la medición de los recursos utilizados y los resultados económicos obtenidos. Es una división funcional principal de una empresa donde se

realizan procesos, donde se producen costos. Los centros de costos se agrupan en unidades de decisión, control y responsabilidad.

La determinación de los centros de costo debe hacerse centrando la atención en los objetivos a lograr con la información que ellos proporcionan, como base para la toma de decisiones, por lo cual debe tratarse siempre que sea posible que se correspondan con un área de responsabilidad claramente delimitada.

3.2.14.1 Tipos de centros de costos

Los tipos de centros de costos, según la función que desempeñan se clasifican en: Productivos, administrativos, de servicios y estadísticos.

- Centro de costos productivo: Son aquellos que contribuyen directamente a la fabricación del producto. Se identifica con un departamento productivo bajo la supervisión de un jefe que establece en términos de tipos de operaciones, maquinaria asignada y habilidades laborales que forman el núcleo de cada centro productivo.
- ➤ Centro de costos de servicios: No contribuyen directamente con la producción; sino que ofrecen un servicio auxiliar a otros centros de costos tanto de producción como de servicios. Su función es hacer más eficiente las operaciones productivas.
- Centro de costos administrativos: Son aquellos donde se realizan funciones netamente de supervisión, técnica o de oficina.
- Centro de costos estadísticos: Estos centro de costos, en cierto modo ficticios (ya que no indican un área geográfica o administrativa donde se llevan a cabo actividades operativas), se han establecido con el objeto primordial de mostrar a

la administración el efecto actual de los costos sobre el uso estándar de los equipos y dotaciones.

3.2.14.2 Especificaciones por centro de costos: Son un documento que recopila para cada centro de costos (Centro Gestor) la información sobre la Gerencia y departamentos o unidades a las cuales pertenece, el tipo, descripción de sus funciones, sus límites de responsabilidad, la forma como ganan presupuesto y los equipos más importantes para llevar a cabo todas las actividades que se efectúan en el centro de costos en cuestión.

3.2.14.3 Clase de actividad: La clase de actividad clasifican las actividades producidas en los centros de costos dentro de la empresa. Para planificar y facturar las actividades, se planifican cantidades que se miden en unidades de actividad. Los volúmenes de actividad se valoran mediante un precio de facturación.

Es posible asignar a un centro de costo una, múltiples o ninguna clase de actividad. Ejemplos típicos de clases de actividad para centros de costo son las horas de máquina, las horas hombre, las unidades producidas.

3.2.15 Diagrama causa-efecto

Un diagrama de Causa Efecto es la representación de varios elementos (causa) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Se usa para:

- 1. Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- 2. Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
 - 3. Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- 4. Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones muchas veces sencillas y baratas.
- 5. Educa sobre la comprensión de un problema. y sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva.
- 6. Muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- 7. Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no solo al final, sino durante cada etapa del proceso.

3.2.16 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. Esta herramienta fue inventada por Henry l. Gantt en 1917.

Debido a la relativa facilidad de lectura de los diagramas de Gantt, esta herramienta es utilizada por casi todos los directores de proyecto en todos los sectores. El diagrama de Gantt es una herramienta para el director del proyecto que le permite realizar una representación gráfica del progreso del proyecto, pero también es un buen medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en el proyecto.

3.2.17 Método de modo y efecto de fallas

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el <u>riesgo</u> asociado a las mismas. Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos <u>objetivos</u> principales son:

- 1. Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- 2. Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.

- 3. Identificar las <u>acciones</u> que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
 - 4. Analizar la confiabilidad del sistema.
 - 5. Documentar el proceso.
- 3.2.17.1 Beneficios del análisis de modo y efecto de fallas: La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los <u>costos</u> de reparaciones, las <u>pruebas</u> repetitivas y el <u>tiempo</u> de <u>paro</u>. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras <u>compras</u> de los productos y es decisiva para crear una buena <u>imagen</u> de los mismos.

Por otro lado, el AMEF apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

- Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño.
- Incrementa la <u>probabilidad</u> de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño.
- Proporciona unas informaciones adicionales para ayudar en la planeación de <u>programas</u> de pruebas concienzudos y eficientes.
- Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente.

Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones

que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas.

Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o

de leve protección.

Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera

podrían pasar desapercibidos.

Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar

ciertas fallas secundarias.

Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones

de un sistema.

3.3 Bases legales

El presente estudio se fundamenta legalmente en las siguientes bases:

3.3.1 Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela

(1999)

Capítulo IX: De los Derechos Ambientales

Artículo 127. "...Es un derecho y un deber de cada generación proteger y

mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona

tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente

seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la

diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques

nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica".

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Artículo 129. "Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural".

3.3.2 Ley Orgánica del Trabajo (1997)

Artículo 185. El trabajo deberá prestarse en condiciones que:

- 1. Presten suficiente protección a la salud y a la vida contra enfermedades y accidentes; y
 - 2. Mantengan el ambiente en condiciones satisfactorias.

Artículo 236. El patrono deberá tomar las medidas que fueren necesarias para que el servicio se preste en condiciones de higiene y seguridad que respondan a los requerimientos de la salud del trabajador, en un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales.

El Ejecutivo Nacional, en el Reglamento de esta Ley o en disposiciones especiales, determinará las condiciones que correspondan a las diversas formas de trabajo, especialmente en aquellas que por razones de insalubridad o peligrosidad

puedan resultar nocivas, y cuidará de la prevención de los infortunios del trabajo mediante las condiciones del medio ambiente y las con él relacionadas.

El Inspector del Trabajo velará por el cumplimiento de esta norma y fijará el plazo perentorio para que se subsanen las deficiencias. En caso de incumplimiento, se aplicarán las sanciones previstas por la Ley.

Artículo 237. Ningún trabajador podrá ser expuesto a la acción de agentes físicos, condiciones ergonómicas, riesgos sicosociales, agentes químicos, biológicos o de cualquier otra índole, sin ser advertido acerca de la naturaleza de los mismos, de los daños que pudieren causar a la salud, y aleccionado en los principios de su prevención.

Artículo 246. Las condiciones de higiene, seguridad en el trabajo y la prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo se regirá además por las disposiciones contenidas en la Ley Orgánica que rige la materia.

3.3.3 Ley Orgánica del Ambiente (1976)

Artículo 79. Las actividades susceptibles de degradar el ambiente quedan sometidas al control del Ejecutivo Nacional por órgano de las autoridades competentes.

Artículo 80. Se consideran actividades susceptibles de degradar el ambiente:

1. Las que directa o indirectamente contaminen o deterioren el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo o el subsuelo o incidan desfavorablemente sobre la fauna o la flora;

- 2. Las que propenden a la acumulación de residuos, basuras, desechos y desperdicios;
- 3. Cualesquiera otras actividades capaces de alterar los ecosistemas naturales e incidir negativamente sobre la salud y bienestar del hombre.

Artículo 23. Quienes realicen actividades sometidas al control de la presente Ley deberán contar con los equipos y el personal técnico apropiados para el control de la contaminación. La clasificación y cantidad del personal dependerá de la magnitud del establecimiento y del riesgo que ocasione. Corresponderá al Reglamento determinar los sistemas y procedimientos de control de la contaminación.

3.3.4 Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005)

Artículo 53. Derechos de los Trabajadores y las Trabajadoras. Los trabajadores y las trabajadoras tendrán derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, y que garantice condiciones de seguridad, salud, y bienestar adecuadas. En el ejercicio del mismo tendrán derecho a:

- 1. Ser informados, con carácter previo al inicio de su actividad, de las condiciones en que ésta se va a desarrollar, de la presencia de sustancias tóxicas en el área de trabajo, de los daños que las mismas puedan causar a su salud, así como los medios o medidas para prevenirlos.
- 2. Recibir formación teórica y práctica, suficiente, adecuada y en forma periódica, para la ejecución de las funciones inherentes a su actividad, en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

- 3. Participar en la vigilancia, mejoramiento y control de las condiciones y ambiente de trabajo, en la prevención de los accidentes y enfermedades ocupacionales, en el mejoramiento de las condiciones de vida y de los programas de recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social y de la infraestructura para su funcionamiento, y en la discusión y adopción de las políticas nacionales, regionales, locales, por rama de actividad, por empresa y establecimiento, en el área de seguridad y salud en el trabajo.
- 4. No ser sometido a condiciones de trabajo peligrosas o insalubres que, de acuerdo a los avances técnicos y científicos existentes, puedan ser eliminadas o atenuadas con modificaciones al proceso productivo o las instalaciones o puestos de trabajo o mediante protecciones colectivas. Cuando lo anterior no sea posible, a ser provisto de los implementos y equipos de protección personal adecuados a las condiciones de trabajo presentes en su puesto de trabajo y a las labores desempeñadas de acuerdo a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las convenciones colectivas.
- 5. Rehusarse a trabajar, a alejarse de una condición insegura o a interrumpir una tarea o actividad de trabajo cuando, basándose en su formación y experiencia, tenga motivos razonables para creer que existe un peligro inminente para su salud o para su vida sin que esto pueda ser considerado como abandono de trabajo...
- 6. Denunciar las condiciones inseguras o insalubres de trabajo ante el supervisor inmediato, el empleador o empleadora, el sindicato, el Comité de Seguridad y Salud Laboral, y el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales; y a recibir oportuna respuesta.
- 7. Denunciar ante el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales cualquier violación a las condiciones y medio ambiente de trabajo, cuando

el hecho lo requiera o cuando el empleador o empleadora no corrija oportunamente las deficiencias denunciadas.

Artículo 54. Deberes de los Trabajadores y las Trabajadoras. Son deberes de los trabajadores y trabajadoras:

- 1. Ejercer las labores derivadas de su contrato de trabajo con sujeción a las normas de seguridad y salud en el trabajo no sólo en defensa de su propia seguridad y salud sino también con respecto a los demás trabajadores y trabajadoras y en resguardo de las instalaciones donde labora.
- 2. Hacer uso adecuado y mantener en buenas condiciones de funcionamiento los sistemas de control de las condiciones inseguras de trabajo en la empresa o puesto de trabajo, de acuerdo a las instrucciones recibidas, dando cuenta inmediata al supervisor o al responsable de su mantenimiento o del mal funcionamiento de los mismos...
- 3. Usar en forma correcta y mantener en buenas condiciones los equipos de protección personal de acuerdo a las instrucciones recibidas dando cuenta inmediata al responsable de su suministro o mantenimiento, de la pérdida, deterioro, vencimiento, o mal funcionamiento de los mismos.
- 4. Respetar y hacer respetar los avisos, carteleras de seguridad e higiene y demás indicaciones de advertencias que se fijaren en diversos sitios, instalaciones y maquinarias de su centro de trabajo, en materia de seguridad y salud en el trabajo.
 - 5. Mantener las condiciones de orden y limpieza en su puesto de trabajo.

- 6. Acatar las instrucciones, advertencias y enseñanzas que se le impartieren en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- 7. Informar de inmediato, cuando tuvieren conocimiento de la existencia de una condición insegura capaz de causar daño a la salud o la vida, propia o de terceros, a las personas involucradas, al Comité de Seguridad y Salud Laboral y a su inmediato superior, absteniéndose de realizar la tarea hasta tanto no se dictamine sobre la conveniencia o no de su ejecución.
- 8. Cuando se desempeñen como supervisores o supervisoras, capataces, caporales, jefes o jefas de grupos o cuadrillas y, en general, cuando en forma permanente u ocasional actuasen como cabeza de grupo, plantilla o línea de producción, vigilar la observancia de las prácticas de seguridad y salud por el personal bajo su dirección.

Artículo 59. Condiciones y Ambiente en que Debe Desarrollarse el Trabajo. A los efectos de la protección de los trabajadores y trabajadoras, el trabajo deberá desarrollarse en un ambiente y condiciones adecuadas de manera que:

- a) Asegure a los trabajadores y trabajadoras el más alto grado posible de salud física y mental, así como la protección adecuada a los niños, niñas y adolescentes y a las personas con discapacidad o con necesidades especiales.
- b) Preste protección a la salud y a la vida de los trabajadores y trabajadoras contra todas las condiciones peligrosas en el trabajo.
- c) Garantice el auxilio inmediato al trabajador o la trabajadora lesionada o enfermo.

Artículo 70. Definición de Enfermedad Ocupacional. Se entiende por enfermedad ocupacional, los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes. Se presumirá el carácter ocupacional de aquellos estados patológicos incluidos en la lista de enfermedades ocupacionales establecidas en las normas técnicas de la presente Ley, y las que en lo sucesivo se añadieren en revisiones periódicas realizadas por el Ministerio con competencia en materia de seguridad y salud en el trabajo conjuntamente con el Ministerio con competencia en materia de salud.

Artículo 71. De las Secuelas o Deformidades Permanentes. Las secuelas o deformidades permanentes provenientes de enfermedades ocupacionales o accidentes de trabajo, que vulneren las facultades humanas, más allá de la simple pérdida de la capacidad de ganancias, alterando la integridad emocional y psíquica del trabajador o de la trabajadora lesionado, se consideran equiparables, a los fines de la responsabilidad subjetiva del empleador o de la empleadora, a la discapacidad permanente en el grado que señale el Reglamento de la presente Ley.

3.3.5 Decreto N° 638. Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica

Artículo 2°. A los fines de este Decreto se entiende por:

1. Aire ambiental: Aquella porción de la atmósfera, externa a edificaciones y de libre acceso al público.

- 2. Autorización provisional de actividades susceptibles de degradar el ambiente: Autorización que se otorga provisionalmente, previa evaluación técnicocientífica de su procedencia, a todas aquellas actividades económicas y procesos productivos para afectar reversiblemente el ambiente al emitir contaminantes por encima de los límites de emisión establecidos, durante el tiempo necesario para completar la adecuación o para ajustar los sistemas de control instalados.
- 3. Contaminación atmosférica: La presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes del aire.
- 4. Contaminante del aire: Cualquier sustancia presente en el aire que, por su naturaleza, es capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, pudiendo alterar sus propiedades físicas o químicas; y cuya concentración y período de permanencia en la misma pueda originar efectos nocivos sobre la salud de las personas y el ambiente en general.
- 5. Emisión visible: Emisión de contaminantes del aire, con tonalidad mayor o igual a 1 u opacidad equivalente de 20%, en escala Ringelmann.
- 6. Evaluación de calidad del aire: Procedimiento mediante el cual se captan muestras de aire ambiental y se analizan, para determinar las concentraciones de contaminantes del aire.
- 7. Fuente fija de contaminación atmosférica: Edificación o instalación existente en un sitio dado, temporal o permanentemente, donde se realizan operaciones que dan origen a la emisión de contaminantes del aire.

- 8. Fuente móvil: Vehículo de transporte en el cual se generan contaminantes del aire, como consecuencia de los procesos u operaciones que se realizarán para producir el desplazamiento de un sitio a otro.
- 9. Límite de emisión de contaminante del aire: Concentración máxima de emisión permisible de un contaminante del aire, descargado a la atmósfera a través de una chimenea o ducto, establecida para proteger la salud y el ambiente.
- 10. Límite de calidad de aire: Concentración máxima de un contaminante en el aire ambiental, aceptable para proteger la salud y el ambiente.
 - 11. Partícula suspendida: Partícula con diámetro menor a 60 micras.
- 12. Polvo: Término general que designa las partículas sólidas finamente divididas, de dimensiones y procedencia diversa.
- Artículo 3°. A los efectos de estas normas se establecen límites de calidad del aire para los siguientes contaminantes de la atmósfera. (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Límites de Calidad del Aire. (Decreto Nº 638. Normas sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica).

Contaminante	Límite (? g/m3)	Porcenta je excedencia en lapso de muestreo	Períod o de medición (horas
1. Dióxido de Azufre	80 200 250 365	50% 5% 2% 0,5%	24 24 24 24
2. Partículas Totales Suspendidas	75 150 200 260	50% 5% 2% 0,5%	24 24 24 24

Continuación Tabla 3.3

	Contaminante	Límite (? g/m3)	Porcenta je excedencia en lapso de muestreo	Períod o de medición (horas
3.	Monóxido de	10000	50%	8
Carbón		40000	0,5%	8
4.	Dióxido de	100	50%	24
Nitrógeno		300	5%	24
5.	Oxidantes Totales	240	0,02%	1

expresados como Ozono			
6. Sulfuro de Hidrógeno	20	0,5%	24
7. Plomo en Partículas	1,5	50%	24
Suspendidas	2	5 %	24
8. Fluoruro de	10	2%	24
Hidrógeno	20	0,5%	24
9. Fluoruros	10	2%	24
7. Tuoruros	20	0,5%	24
10. Cloruro de	200	2%	24
Hidrógeno	200	270	24
11. Cloruro	200	2%	24

Las concentraciones de los contaminantes se calcularán para condiciones de 1 atmósfera y 298 $^{\circ}$ K.

Artículo 5°. Se establece la siguiente clasificación de zonas de acuerdo con los rangos de concentraciones de Partículas Totales Suspendidas (PTS), calculadas en base a promedios anuales. (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Clasificación de zonas de acuerdo con los rangos de concentraciones de Partículas Totales Suspendidas (PTS). (Decreto Nº 638. Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica).

Partículas ? g /m3	Zona
< 75	Aire limpio
75-200	Aire moderadamente contaminado
201-300	Aire altamente contaminado
> 300	Aire muy contaminado

Las zonas con niveles superiores a 300 g/m3 serán objeto de la implantación de medidas extraordinarias de mitigación.

Artículo 17. En zonas urbanas o vecinas a centros poblados, donde se realicen construcciones, movimientos de tierra, trabajos de vialidad, actividades mineras, procesamiento, acarreo y almacenamiento de sólidos granulares o finamente divididos, susceptibles de producir, emisiones de polvos, se aplicarán las medidas correctivas para controlarlos, se mantendrá el área de trabajo u operaciones libre de escombros y restos de materiales y se acondicionarán las vías de acceso dentro del área de trabajo, a objeto de mantener en estas zonas las concentraciones de partículas totales suspendidas dentro de los límites establecidos en el artículo 3°.

3.4 Definición de términos básicos

3.4.1 Aglomerante

Es algo que aglomera, que une, se dice del material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar unidad al conjunto, por efectos exclusivamente físicos; son aglomerantes la cal, el betún, la arcilla, el yeso, la cola, el cemento y productos químicos desarrollados para tal fin.

3.4.2 Dampers

Es bidireccional, teniendo la misión de controlar el paso de los gases que circulan por el conducto.

3.4.2 Espesador

Tanque o aparato utilizado para reducir la proporción de agua contenida en una pulpa, mediante sedimentación.

3.4.3 Flauta

Es un dispositivo cilíndrico dispuesto con agujeros por donde se le inyecta el aire comprimido que pasa por el Venturis y sacude la manga para su limpieza.

3.4.4 Granulometría

Es la relación de porcentajes en que se encuentran los distintos tamaños de granos de un árido respecto al total.

3.4.5 Hidrólisis

Descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción de agua.

3.4.6 Placa espejo

Es una placa que se encuentra en la parte superior del sistema de desempolvado que está constituida por los agujeros donde son introducidas las mangas.

3.4.7 Zaranda

Especie de criba o colador.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se da a conocer los aspectos relacionados con la metodología a utilizar, así como los pasos y procedimientos que se van a manejar en la realización de este estudio, llevando de una manera clara y precisa las características de la investigación, se describe además la población y la muestra.

4.1 Nivel y diseño de la investigación

El estudio se centra en el análisis técnico-económico del sistema de desempolvado AB/BB-6006 en el área de Preparación y Molienda de la empresa SIDOR, C.A. El tipo y diseño de la investigación utilizado se presenta de la siguiente manera:

4.1.1 Según el nivel de la investigación

Es una investigación de tipo descriptiva, debido a que comprende a el registro, descripción, análisis e interpretación de la situación actual del sistema de desempolvado.

Es una investigación de tipo proyectiva, ya que se utilizará para proponer alternativas de inversión para seleccionar la más factible y que permita minimizar los costos de mantenimiento que se presentan en el sistema de desempolvado AB/BB-6006 y por consiguiente mejorar las condiciones generales en el área de Preparación y Molienda.

4.1.2 Según el diseño de la investigación

El diseño de la investigación es la destreza general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: Documental, de campo y experimental. (Arias, Fidias 2006). nivel de la investigación

Esta investigación es de documental, puesto que obtenemos la información de registros de los diferentes costos de mantenimientos, facilitado por el departamento de planificación de la Gerencia de Prerreducido, así como también el suministro de todas las especificaciones técnicas de los componentes que incurren en el sistema estudiado, costo de fabricación de la Pella suministrado por el de apartamento de Ingeniería Industrial.

De igual manera esta investigación es de campo, debido a que la información para realizar el análisis técnico es a través de la observación directa del proceso de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 y además, se obtienen datos mediante las entrevistas realizadas al personal que labora en la planta.

4.2 Población de la investigación

La población según Tamayo y Tamayo, (2004) es la "Totalidad de un fenómeno de estudio".

Por lo tanto la población de estudio a considerar en la presente investigación, está conformada por todos los costos de mantenimientos incurridos en el sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los años 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

4.3 Muestra de la investigación

La muestra seleccionada para la investigación es la misma de la población seleccionada y comprende los costos de mantenimiento de los períodos desde 2005 hasta 2009.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas

Según Sampieri y Otros (2006, pp. 274), "Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico", lo que implica elegir medios o métodos que sean confiables y válidos.

- 4.4.1.1 Revisión documental: Durante la investigación, se tomo información de los recursos disponibles presentes en la empresa SIDOR, como son la intranet, sistema SAP, tesis y bibliografías referentes al tema a desarrollar, entre otros.
- 4.4.1.2 Observación directa: Mediante la observación directa se pudo identificar detalladamente las actividades que se realizaron los operadores, supervisores y líder de grupo técnico (GT) durante el mantenimiento del sistema de desempolvado y los datos de los componentes del sistema.
- 4.4.1.3 Entrevistas no estructuradas: Se efectuaron entrevistas a los operadores, supervisores y líder de grupo técnico (GT) con la finalidad de obtener la información requerida sobre las actividades que realizan, durante la inspección de los sistemas de desempolvado así como las condiciones de trabajo.

4.4.2 Instrumentos

Los instrumentos para recolectar datos o información para una investigación, son todos aquellos medios, herramientas, recursos, etc., de los que se vale el investigador para lograr los objetivos del estudio, los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- 4.4.2.1 Libreta de anotaciones y lápices: Utilizada para la anotación de los procedimientos de mantenimiento, el número de operarios y personal que esta presente y las informaciones técnicas del sistema de desempolvado.
- 4.4.2.2 Cámara fotográfica: Este instrumento permitió captar imágenes de las actividades durante el mantenimiento del sistema para una mejor comprensión de los datos obtenidos.
- 4.4.2.3 Planos: Mediante la utilización de los planos de planta de pellas se pudo observar la ubicación del sistema de desempolvado, el flujo del material en proceso y dotación de todos los equipos del área de Preparación y Molienda.
- 4.4.2.4 Computadora: Es un medio que nos sirvió para transcribir nuestra investigación y buscar información.

4.5 Técnicas de ingeniería industrial a aplicar

4.5.1 Diagrama causa-efecto

Este esquema fue utilizado en la investigación para detectar, identificar y comenzar a dar solución a los costos que genera el mantenimiento del sistema de desempolvado. Por medio de este diagrama se analizaran las posibles causas que

originan el mantenimiento del sistema y por consiguiente el aumento de los costos de mantenimiento, permitiendo así la formulación de propuestas que ayuden a minimizar las intervenciones de paradas por mantenimientos y estandarizar el funcionamiento del sistema.

4.5.2 Diagrama de Gantt

Este diagrama es utilizado para coordinar el tiempo en el cual se van a realizar las actividades del tema en estudio.

4.5.3 Análisis de modo y efecto de fallas

Es un método procedente de la asignatura Control de Calidad es utilizado en nuestra investigación con la finalidad de determinar las causas, los modo en que fallan y los efectos que producen los distintos componentes o condiciones de fallas del sistema de desempolvado. Determinar cuáles componentes o condiciones sobre pasen los limites de niveles de prioridad de riesgo según su índice de gravedad, probabilidad de ocurrencia y de no detección para finalmente visualizar cuales componentes o condiciones requieran acciones correctoras y optimizar el funcionamiento del sistema analizado.

4.5.4 Ingeniería económica

Las técnicas y los modelos de ingeniería económica ayudan a tomar decisiones, es una de las herramientas primordiales a la hora de realizar una evaluación económica.

Puesto que las decisiones afectan lo que se realizara, el marco del tiempo de la ingeniería económica es generalmente el futuro. La ingeniería económica, en forma

bastante simple, hace referencia a la determinación de los factores y criterios económicos utilizados cuando se considera una elección entre una o más alternativas. Por consiguiente, se considera una herramienta de vital importancia para las evaluaciones económicas ya que los números utilizados en un análisis de ingeniería económica son las mejores estimaciones de lo que se espera que ocurra.

4.5.5 Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial es uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción. El mismo que ha estado sujeto a diferentes cambios al paso del tiempo; en la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

La evaluación técnica realizada en el sistema de desempolvado AB/BB-6006 es un análisis enfocado en los indicadores de mantenimientos (Costos de mantenimientos, número de intervenciones anuales, mano de obra calificada, entre otros), son patrones que proporcionan una herramienta de conocimientos generales para planear la situación en la que se encuentra funcionando el sistema actual y tener una visión clara de su mantenimiento.

CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema de desempolvado AB/BB-6006

El sistema de desempolvado AB/BB-6006 se encuentra dispuesto en cada línea de producción (Línea A y B); por tal motivo se denominan AB-6006 y BB-6006 respectivamente y ambas cumplen el mismo funcionamiento.

El sistema de desempolvado está integrado en su interior por 160 conjunto filtros de mangas-Canastillas que sirven para el desempolvoramiento del aire en el área de los depósitos de mineral. Este aire enriquecido de mineral fino se aspira en seis (6) puntos (Distribuidos en los silos, los sistemas de interconexión de silos, las tolvas de transferencias, los elevadores de cangilones y otros puntos a través de todo el proceso de mezclado) por medio de un ventilador radial y pasa a los filtro de mangas con el fin de limpieza. El aire limpio pasa a la atmósfera a través el ventilador y las chimeneas. (Figura 5.1).



Figura 5.1 Conjunto filtro de mangas-Canastilla.

Actualmente el mineral fino que se acumula en el filtro de mangas es sacudido por la inyección de aire comprimido y cae a una tolva, se transporta por medio de un transportador de tornillos sin fin al silo (AB/BB-2072).

Cabe destacar que el mineral adherido al filtro de mangas disminuye la vida útil de las mismas por el paso directo del mineral desde el silo a la casa de mangas originado por la ausencia de la válvula rotatoria la cual es un componente de origen mecánico fundamental para la descarga del mineral fino. Es importante mencionar que en periodos anteriores se encontraba integrada la válvula rotatoria donde el mineral fino se transportaba por medio del tornillo sin fin hacia este componente y de este componente el mineral succionado se devuelve al depósito o silo. (Figura 5.2)



Figura 5.2 Válvula rotatoria.

El sistema de desempolvado consiste en una armazón o casa de manga que mide 3,60 Mts de largo, 1,80 Mts de ancho y 6,30 Mts de altura. Tiene dos compuertas de entrada para gestión de inspección y mantenimiento separadas por 0.8 Mts entre si y miden 1,5 Mts de altura y 1 M de ancho y se encuentra a una altura de 3,25 Mts desde la superficie, por tal motivo posee una escalera de baranda que facilita la inspección y el mantenimiento. El sistema está compuesto por una variedad de elementos de origen mecánicos, eléctricos e instrumentación, entre las cuales podemos mencionar: un ventiladores extractor que posee un motor de 60 HP y 1600 RPM, un tornillo sin fin con un motor de 1 HP y 1800 RPM, y otros elementos mecánicos (chumacera, reductor, rodamientos, acoples, entre otros), también posee válvulas rectangular, válvulas magnéticas, ductos de succión. El sistema de desempolvado AB/BB-6006 se divide mediante una placa testera en la cámara de polvo y la cámara de aire limpio y en su parte inferior posee una tolva. La placa testera tiene 160 agujeros, dividida en tres sección, dos laterales de 40 y una central de 80 agujeros arreglados en filas las cuales tiene insertados los Venturis con tabuladoras montados a ellos. En las tabuladoras están fijados los filtros de mangas mediante abrazaderas. De adentro, los filtros mangas se soportan por medio de Canastillas. En cada filtro de manga sobre sale un Venturis. Por encima de cada hilera de filtros de mangas está arreglada una Flauta. Cada Flauta tiene por encima de cada filtro de manga una perforación de pulga.

Cada Flauta está conectada a una válvula rectangular y cada válvula rectangular a un tubo colector común. Al mismo tiempo, cada válvula rectangular está conectada con una válvula magnética a través de una manga. Todas las válvulas magnéticas se accionan periódicamente por medio de un temporizador (Mikro-time). Para medir la presión diferencial en el filtro se usa el manómetro de tubo flexible en "U".

El aire cargado de polvo entra al filtro a través de la tubuladura de entrada. El polvo se acumula en el exterior de los filtros de mangas, mientas que el aire limpio o el gas limpio salen del filtro a través de la tubuladura de descarga o salida. Para mantener la presión diferencial del filtro constante será necesario limpiar periódicamente cada filtro de manga, lo cual se efectuara de tal manera que el temporizador energiza la válvula magnética poco tiempo. Durante el estado de energización, la válvula magnética aérea la válvula rectangular. Durante este periodo la válvula rectangular deja pasar el aire comprimido a la flauta. De esta manera, se sopla a golpe aire comprimido en todos los filtros de mangas de la Flauta.

Debido al efecto de inyección del Venturis, se aspira aire adicional de la cama de aire limpio. El filtro de manga se expande y las partículas de polvo acumulado caen a la tolva. Durante este corto periodo de limpieza de una hilera de filtros de mangas, todos los otros filtros de mangas continúan a trabajar así, se mantienen bajas las fluctuaciones de la presión diferencial del filtro.

El proceso de mantenimiento del sistema de desempolvado frecuentemente se realiza por el desgaste de las 160 filtros de mangas una vez visualizado la emisión de mineral fino por las chimeneas, Canastillas deformadas o con rupturas, Venturis y flautas deformadas, válvulas contaminadas o dañadas y otros elementos mecánicos como rodamientos, chumaceras, acoples, entre otros. El mantenimiento se lleva a cabo cada tres (3) meses arrojando como resultado cuatro (4) intervenciones por líneas (A o B) al año, es decir, se realizaran ocho (8) intervenciones de

mantenimientos lo que genera altos costos siendo un problema notable para la empresa, la cual busca alternativas de soluciones, para minimizar los costos tan elevados. (Figura 5.3).



Figura 5.3 Filtros de mangas y Venturis desgastado y canastillas deformadas con rupturas.

5.2 Análisis de modo y efecto de falla del sistema de desempolvado AB/BB-6006

El sistema de desempolvado AB/BB-6006 presenta fallas en sus componentes dando paso a la intervención de mantenimiento, por tal razón la aplicación de este método ayudará a exponer las causas de las fallas y tener una idea de cuales serian las posibles acciones correctoras para evitar estos inconvenientes. Estas fallas son tomadas en cuenta por el notorio aumento de los costos que generan el mantenimiento del sistema.

Se recurrió a esta técnica por ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, mejorando la confiabilidad de diseño del equipo. Se utilizó una tabla que indique los pasos para evaluar los modos de fallas, efectos de fallas, causas de fallas y los controles actuales recurridos para la detención de fallas.

Para la evaluación de los efectos de fallas utilizaremos una tabla que especifiquen los diferentes criterios de índices de gravedad (G) que valore el nivel de las consecuencias sentidas por el responsable del equipo, en este caso el líder de grupo técnico (GT); estos valores de evaluación van a oscilar entre los límites del uno (1) al diez (10). Una siguiente tabla que indique la probabilidad de ocurrencia (O) de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de falla, al igual que el índice de gravedad, va a oscilar entre los límites de probabilidad del uno (1) al diez (10). Una última tabla que muestre la probabilidad de que la causa o modo de falla, supuestamente aparecido, sea detectado (D) por el responsable del sistema; este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa. Este índice también va a fluctuar entre los límites del uno (1) al diez (10). (Apéndice A).

Luego que determinamos los diferentes índices de gravedad, probabilidades de ocurrencia y probabilidades de no detección de los diferentes componentes o condiciones que fallan en el sistema de desempolvado, se procede a calcular el número de prioridad de riesgo (NPR) que es el producto entre el índice gravedad, la probabilidad de ocurrencia y la probabilidad de no detección y debe ser calculado para todas las causas de fallas. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial de la falla para posibles acciones correctoras. El NPR cae en un rango del 1 a 1000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. A los más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctoras y para prevenir la causa o por lo menos para emplear mejores controles de detección.

Como punto inicial y de partida tomamos como muestra representativa un nivel de prioridad de riesgo límite de 100, es decir, los valores que sobre pasen este límite deberán ser sometidos a acciones correctoras. Este límite es fundamentado por la información bibliográfica según Humberto Gutiérrez Pulido y Román De La Vara Salazar (2004) en su libro titulado "CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD Y

120

SUS SEIS SIGMA", Editorial McGraw-Hill, México, PP: 491, debido que el tiempo

de investigación es muy corto para hacer un estudio profundo que permita establecer

una muestra representativa y además la empresa no posee datos históricos de los

niveles de prioridad de riesgo (NPR) de ningún sistema operativo o proceso.

Para establecer este límite es necesario trabajar en conjunto con un personal

capacitado o que posea ciertos conocimientos referentes tanto al método analítico

empleado (Modo y efecto de fallas) como del sistema estudiado (Conocimientos

técnicos y funcionamientos). Para dar cumplimiento a este requisito estuvimos bajo la

supervisión del líder de grupo técnico (GT) quien posee 25 años de servicios en la

empresa y 11 años encargado del sistema de desempolvado el cual nos suministró

toda la información técnica, funcionamiento y fallas inherentes en el sistema.

Es conveniente considerar aquellos casos cuyos índices de gravedad sea diez

(10) aun que el NPR sea menor que 100 del valor considerado como límite.

La ecuación utilizada para calcular el NPR es:

$$NPR = G * O * D$$

(5.1)

Donde:

NPR: Número de Prioridad de Riesgo.

G: Índice de Gravedad.

O: Probabilidades de Ocurrencia.

D: Probabilidades de No Detección.

A continuación en la tabla 5.1 se muestra las fallas que incurren en el sistema de desempolvo AB/BB-6006 con los datos necesarios para obtener los NPR respectivos de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas y tomar las acciones correctivas pretendientes.

Responsables Valoración NPR 16 8 8 35 45 63 99 15 1 S 0 6 0 1 0 7 61 _ _ _ cı 13 10 10 10 10 1 S Supervisor de Supervisor de Dep. de Ing. Dep. Amb. Dep. de Ing. Dep. de Ing. Dep. de Ing. Mantto. Mantto. 12 Eliminar este punto de succión en las balanzas o adaptarlo a un sistema de depuración húmedo. Material de filtro de manga con mayor resistencia y promover Mantto preventivo de RESPONSABLE:
OSCAR CARRASCO
ACTUAL SOBRE NPR > QUE: acuerdo a especificaciones de vida útil resistentes y precisas a los centros de los filtros especificaciones de vida corrosión y promover Mantto preventivo de Material de Flautas más Mayor capacitación en las operaciones de Acabado galvanizado más resistente de las Garantizar correcto montaje y ajuste Canastillas a la acuerdo a correctora Acción montaje 720 720 999 630 630 720 10 ANALISIS DE MODO DE EFECTOS Y FALLAS EQUIPO: SISTEMA DE DESEMPOLVADO UBICACION: ÁREA DE PREPARACION Y MOLIENDA S 0 10 0 6 6 DE DISEÑO Control Visual Visual Visual actuales Visual Visual Visual 0 0 S S 7 Mal montaje de las Canastillas 7 s deformación de los agujeros de la flauta Mal acabado de confección torque adecuada vapor de agua y Configuración punto de succión Mala calidad De material de ducterias en Presencia de inadecuada Causa de Por falta de Desgaste y (Balanzas) falla DE PORCESO 10 10 10 10 10 10 conjunto filtro de manga-Canastilla Salida directa del Salida directa del Disminución de su vida útil Se desprenden del Venturis Ruptura del Venturis, Desajuste del canastillas y Efecto de Fallas mineral al mineral al ambiente ambiente filtros M. agujero por donde se inyecta el aire Filtros agujerados Deformación del Desgaste de los filtros de manga Desajuste de Canastilla Desajuste de abrazaderas Ruptura de Canastilla comprimido Modo de fallas Base metálica para los filtros M. Pasa aire hacia Capta mineral Operación o el Venturis función 15/12/2009 ESPECIFICACIONES: FECHA DE EDICION: Componente o condición Canastillas Filtro de manga AB/BB-6006 Flauta

Tabla 5.1 Análisis de modo y efecto de fallas.

NPR	16	56	70	40	40	86	•		
ión	O Y	7	7	4	4	7			
Valoración	0 7	1	2	5	2	5			
Va	ტ 🎬	w	5	5	5	7			
Responsables	12	Dep. de Ing. Dep. Amb.	Dep. de Ing. Dep. Amb.	Líder mecánico	Lider mecánico	Lider mecánico			
Acción	correctora	Material de Flautas más resistentes y precisas a los centros de los Venturis	Reinstalación de válvula rotatoria	Supervisión y Mantto preventivo	Supervisión y Mantto preventivo	Programación de capacitación que assegure que el personal se familiarie con los procedimientos de operación y Mantto			
NPR	10	720	720	180	125	260	100	25	9
Q	0	S	6	9	5	ø	4	1	2
Controles	actuales 8	Visual	Visual	Auditiva	Visual	Visual	Auditiva	Muestreo	Visual
0	6	o,	o	9	5	r	5	2	2
Causa de	falla 6	Fricción del aire por la deformación de agujero de la flauta	Ausencia de válvula rotatoria	Mala instalación de acople	Falta de lubricación	Falta de inspección. en el Mantto o cambio imprevisto de los operarios	Falta de capacidad o mala operación de Mantto	Aumento de temperatura	Instrumento antiguo
ტ	٧.	10	10	9	9	10	5	2	2
Efecto de	Fallas 4	Desgaste de filtro de manga	Desgastes acelerado de los filtros de mangas	Vibraciones y daños a los rodamientos	Vibraciones	Programación de un nuevo proceso de Mantto	Ruidos desfavorables en equipos	Disminución de la vida útil del motor	No permite la lectura de temperaturas
Modo de	fallas 3	Perforación del Venturis	Paso directo de mineral fino a la casa de manga	Desalineación de acoples	Aumento de temperatura	Desajuste del conjunto filtro de mangas-Canastillas	Calibraciones no aplicadas a equipos	Bajo rendimiento de motores	Atasco de la aguja
Operación o	función 2	Dirigir el aire hacia los filtros M.	Controla el paso de mineral	Componente mecánico del sistema	Componentes mecánicos del sistema	Proceso de mantenimiento del sistema		Controlador de corriente eléctrica	Medir presión de aire
Componente o	condiciones	Venturis	Valvula rotatoria	Acoples	Motores, chumaceras y rodamientos	Deficiencia de Mano de obra		Aumento de amperaje	Manômetro

Una vez calculado el nivel de prioridad de riesgo NPR (Apéndice B) y seguidas las indicaciones cuando el NPR > 100, se procedió a exponer las acciones correctoras recomendadas de acuerdo a la falla. Se calcula nuevamente el NPR (Apéndice B) visualizando la disminución del mismo si se aplicara las acciones recomendadas y finalmente minimizar en un 50% los costos de mantenimiento. El análisis de la tabla 5.1 se realizará en el siguiente objetivo el cual corresponde al análisis técnico del sistema de desempolvo.

5.3 Análisis técnico del sistema de desempolvados AB/BB-6006

El sistema de desempolvado AB/BB 6006 ha venido presentados fallas en sus componentes o condiciones, las cuales han tenido un aumento notable en los costos de mantenimiento por las distintas intervenciones que ha requerido este sistema en periodos desde 2005 hasta 2009. En el punto anterior, con el método modo y efecto de fallas se pudieron analizar los distintos problemas que se generan para considerar los niveles de prioridad de riesgo (NPR) que predominan en ellas. Entre los componentes que presentan fallas podemos mencionar: Filtros de manga, Canastillas, flautas, válvula rotatoria, motores, chumaceras, rodamientos, Venturis, acoples y manómetro. Se puede hacer referencia en la deficiencia de la mano de obra y aumentos de amperajes a pesar de no ser fallas directas, son condiciones las cuales originan fallas en determinados componentes y afectan al sistema de forma negativa.

Para el análisis técnico del sistema de desempolvado AB/BB-6006 se utilizo el diagrama circular (Diagrama de torta) mediante el cual nos representa en forma porcentual las fallas de los componentes o condiciones del sistema de desempolvado. Mediante esta grafica se ilustrará en forma porcentual las fallas de los distintos componentes o condiciones en que deberían ser tomados en cuenta para acciones correctoras sobresaliendo con altos porcentajes, cuales componentes deberían tener prioridad y cuáles no representándose con menores porcentajes. (Figura 5.5 y Tabla

5.2).

Tabla 5.2 Nivel de prioridad de riesgo de los componentes o condiciones que presentan fallas.

Gr upo	Componente o condiciones	Designa ción	PR
	Filtros de mangas	A	67
	Canastillas	В	30
	Flauta	C	20
N°	Venturis	D	7 20
1	Válvula rotatoria	E	7 20
	Acoples	F	80
	Motores, rodamientos y chumaceras	G	25
	Deficiencia de mano de obra	Н	30
N° 2	Aumento de Amperaje	I	5
	Manómetro	J	6

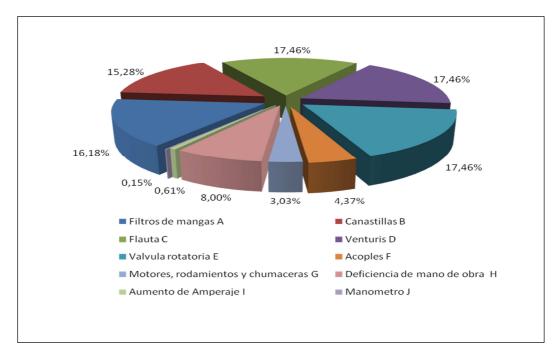


Figura 5.5 Diagrama circular Porcentaje de fallas.

En la evaluación técnica del sistema de desempolvado AB/BB-6006 se empleo el diagrama circular (Torta) que representa visiblemente los porcentajes de fallas que tienen los niveles de prioridad de riesgo (NPR) en cada componente o condición que integra el sistema, expresando cuales componentes o condiciones tienen prioridad para realizarles acciones correctoras y cuales son triviales para no realizar ninguna acción pero de igual forma requiere tomarlas en cuenta para evitar daños en tiempos futuros. Para una mejor organización, en la Tabla 5.2 se muestran los componentes o condiciones que presentan fallas las cuales se dividen en dos grupos.

5.3.1 Análisis del grupo Nº 1

El primer grupo corresponde a los componentes o condiciones que se designan en: A, B, C, D, E, F, G y H por la razón de que sus niveles de prioridad de riesgo sobre pasa el límite establecido (NPR > 100), por esta razón representan 99,24% de

los componentes o condiciones que presentan fallas y requieren acciones correctoras. Es importante mencionar que los componentes A, B y H en la Tabla de modo y efecto de fallas (Tabla 5.1) poseen diversos modos de fallas y para efecto de la Tabla 5.2 su nuevo NPR fue calculado por el promedio entre los distintos modos de fallas según su componente o condición (Apéndice C).

En este grupo los porcentajes de fallas por componentes o condiciones fueron los siguientes:

5.3.1.1 Filtros de mangas (A): Representa 16,18% de las fallas, siendo uno de los componentes con porcentaje elevado en fallas. Significa un peligro para el personal e instalaciones, por lo que se requiere parada de emergencia del sistema de desempolvado por la emisión de material fino directa al medio ambiente para intervención de mantenimiento. Se han localizado filtros de mangas agujeradas y degastadas por no ser de un material de buena calidad, también se han encontrado el conjunto de filtros de mangas-Canastillas desajustadas de sus Venturis por una mala intervención de mantenimiento. Lo antes mencionado son causas que originan efectos negativos para el sistema de desempolvado pero la causa más importante y crítico para este componente es la presencia de vapor de agua que se genera por una mala conexión de ducterias como punto de succión en las balanzas de pre-mezclado. Esta causa junto con la ausencia de la válvula rotatoria la cual analizaremos más adelante (Válvula rotatoria E), son las fuentes de mayor gravedad para el sistema de desempolvado.

- 5.3.1.2 Canastillas (B): Muestra un 15,28% en fallas. Según su índice de gravedad requiere parada de emergencia porque representa un peligro para el personal que labora y las instalaciones. La falla de este componente son originados por la ruptura o desgastes de las Canastillas, desprendiéndose de su Venturis por el mal montaje de las misma, ocasionando disminución de su vida útil o simplemente, mal diseño de fábrica.
- 5.3.1.3 Flauta (C): Arroja 17,46% en fallas debido al efecto de deformación del agujero de la flauta por donde si inyecta el aire comprimido ocasionando como efecto la ruptura del Venturis y consecuentemente el filtro de manga y finalmente produce la emisión de partículas finas al medio ambiente, es una reacción en cadena se puede denominar como un "efecto dómino"; por estas razones tiene una gran probabilidad de intervención inmediata para mantenimiento del sistema.
- 5.3.1.4 Venturis (D): Representa otro 17,46% en fallas por la gravedad de la perforación de los Venturis a consecuencia de la deformación del agujero de la flauta por donde se inyecta el aire, ocasionado el desgaste de los filtros de mangas de forma inmediata en el instante en que se dispara el aire para limpiar las manga. La falla de este componente figura con un gran porcentaje de probabilidad de detener el equipo para gestión de mantenimiento.
- 5.3.1.5 Válvula rotatoria (E): Muestra un ultimo 17,46% en fallas por la ausencia de la válvula rotatoria ya que es un componente de gran vitalidad para el sistema de desempolvado, este problema lleva a un aumento acelerado en el desgaste de los filtros de manga por el paso directo del mineral desde el silo hacia la casa de filtros de mangas representando uno de los efectos más graves y nocivos para el funcionamiento del sistema en su totalidad y obedece a la imperante necesidad de disponer este componente de origen mecánico.

5.3.1.6 Acoples (F): Arroja 4,37% en fallas. Este componente presenta fallas por el desalineamiento de lo acoples ocasionando vibraciones fuertes que disminuye el rendimiento de los rodamientos, esto se origina por malas instalación de acoples y falta de inspección durante su montaje y mantenimiento.

5.3.1.7 Motores, rodamientos y chumaceras (G): Representa 3,03% en fallas por el excesivo aumento de temperaturas la cual ocasiona vibraciones en los motores, rodamiento y chumaceras por falta de lubricación y una inspección más detallada en estos componentes. Esta falla representa una parada normal del sistema.

5.3.1.8 Deficiencia de mano de obra (H): Esta condición inherente del sistema representa solo un 8% en fallas; Representa un elemento importante que requiere acción correctora, puesto que se ejecutan malas operaciones de mantenimiento, falta de inspección durante el trabajo y falta de capacitaciones de los operarios o simplemente se hacen cambios imprevisto de operarios antes la culminación del mantenimiento del sistema. Son actividades que trae como consecuencia malas instalaciones de componentes, ruidos desfavorables y programar un nuevo proceso de mantenimiento lo cual significa costos para la empresa.

5.3.2 Análisis del grupo Nº 2

El segundo grupo representa 0,76% de los componentes o condiciones que presentan fallas en el sistema y se designan por: I y J. Este grupo no cumple con el límite establecido (NPR > 100) pero son fallas que requieren un constante inspección, registro y control para evitar consecuencia más graves. En este grupo los porcentajes por componentes o condiciones de fallas son los siguientes:

5.3.2.1 Aumento de amperaje (I): Muestra 0,61% en fallas debido a que presenta bajos rendimientos en los motores que integran el sistema. Esta falla va disminuyendo la vida útil de los motores por el aumento excesivo de temperatura por esta razón el sistema requiere una parada normal que puede ser programada después de ser detectada la falla.

5.3.2.2 Manómetro (J): Representa 0,15% en fallas. Representa una falla mínima como es el caso del atasco de la aguja del manómetro la cual no permite una buena lectura de la presión de aire de entrada para limpiar las mangas. Es un instrumento muy antiguo del sistema pero que a pesar de la falla no representa riesgo alguno y no requiere parada del sistema.

5.3.3 Requerimientos técnicos para el sistema de desempolvado AB/BB-6006

En los últimos años se han detectado frecuentes fallas en los componentes del sistema de desempolvado generando elevados costos por intervenciones de mantenimiento la cual ha llevado a la necesidad de realizar estudios para la modernización del diseño del equipo y minimizar costos. Actualmente se dispone de un sistema de desempolvado tipo "Bag House-Pulse Jet de filtro de mangas". La gerencia de planificación de mantenimiento e ingeniería realizo un estudio de ingeniería y determinó que el sistema de desempolvado es un equipo obsoleto en base a los avances tecnológicos y para condiciones de mantenimiento ya que el sistema está instalado desde la fundación de la empresa en año de 1976. Por este motivo las referidas gerencias se encargaron de realizar unos requerimientos técnicos para mejorar el sistema y estandarizarlo a condiciones de trabajo óptimas con un equipo de tecnología de punta. Partiendo de esta necesidad, se elaboró un proyecto para modernizar el sistema de desempolvado al tipo "Snap Band Pulse Jet de filtro de mangas" la cual permitirá la fácil instalación durante el mantenimiento del conjunto

filtros de mangas-Canastillas por la parte superior del colector sin el uso de herramientas especiales. Los requerimientos técnicos de modernización del sistema de desempolvado son los siguientes:

- 1. Control de pulsación basado en Δp. El control de pulsación mide la presión diferencial a través de la tela de filtración y activa la pulsación únicamente cuando necesita limpiar. Esto mantiene una capa de polvo adecuada en los filtros y reduce el consumo de aire comprimido. En el mismo tablero está incorporado un selector de dos posiciones para trabajar de forma continua si fuese necesario.
- 2. Sistema de limpieza pulse-jet. El sistema PULSE-JET dirige un golpe de aire comprimido al centro de cada filtro creando un sacudido en la bolsa que eficientemente desaloja el material de la tela. Este sistema neumático de limpieza permite la más alta confiabilidad y capacidad de filtración por área de tela.
- 3. Válvulas de pulsación de diafragma de 1 ½" marca Goyen o Dwyer. La capacidad de pulsación de este tipo de Válvulas resulta en la reducción de la frecuencia de limpieza para limpiar efectivamente. Esto resulta en ahorros de aire comprimido y larga duración de los filtros.
- 4. Cabezal de aire comprimido. El cabezal de aire es preensamblado para simplificar su instalación y reducir la posibilidad de fugas. El equipo es probado a presión en la fábrica para asegurar su funcionamiento.
- 5. Válvula de purga automática marca Goyen o Dwyer. Cada cabezal de aire comprimido incluye una válvula de purga automática de 7 mm (1/4") para reducir la cantidad de humedad en el aire comprimido, evitando corrosión y daños al

material de filtración. La válvula es colocada en la parte inferior del cabezal y es activada automáticamente por el control de pulsación.

- 6. Flautas de 1 ½". Diseñadas para instalarse sin el uso de herramientas y son fabricadas usando maquinarias especiales para asegurar el alineamiento preciso con el centro de los filtros.
- 7. Textiles polyester de 16 oz/yd². El fieltro de poliéster de 16 oz/yd² de densidad con acabado glaseado por la cara externa. Esto optimiza la eficiencia de filtración y permite que la bolsa recupere su permeabilidad. Cosidos triples en las uniones verticales junto con puntadas overlock del disco inferior reducen la posibilidad de fugas o fallas en los tejidos.
- 8. Canastillas de alambrón de calibre 11. La construcción robusta de las canastillas de alambrón reduce la posibilidad de daños durante su instalación y cuentan con acabado galvanizado final para resistir la corrosión. La parte superior es de diseño que protege el fleje de la bolsa e incorpora un Venturis integrado para reducir el tiempo de instalación. El disco inferior incluye orillas redondeadas para evitar desgastes prematuros en las bolsas.
- 9. Modulo completamente soldado. La unidad es diseñada y fabricada con uniones soldadas para asegurar su operación hermética y larga duración el cuerpo del colector incluye los refuerzos necesarios para soportar los esfuerzos operacionales. La unidad tendrá un tratamiento químico superficial, fondo y acabado con pintura sintética industrial para protegerlo de la corrosión.
- 10. Fabricación precisa de placa espejo. La placa espejo es construida de acero al carbón de 5 mm y es reforzada para resistir pandeo durante su fabricación y operación. La placa espejo será herméticamente fijada al cuerpo del colector.

11. Pasarelas, escaleras y barandas. Pasillo de servicio que facilita los trabajos de mantenimiento y montaje, a demás escalera que permite el acceso al pasillo y a la parte superior del equipo por donde son instaladas las mangas.

Barandas de protección en el pasillo de servicio y en el techo, con la finalidad de brindar al personal que tenga que intervenir el equipo la seguridad suficiente.

- 12. Puertas de acceso superiores. Puertas de acceso construidas de placa de 3.2 mm (1/8"). las puertas son aseguradas con manijas ajustables sobre sellos de goma de caucho para asegurar la operación herméticamente del colector.
- 13. Manual de operación y mantenimiento. El manual será proporcionado para la instalación, arranque y mantenimiento adecuado del colector.
 - 14. Especificaciones técnicas del colector. (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del colector.

Nombre	Diseño actual	Diseño propuesto
Material de Filtración	Poliéster, 16 Oz	Poliéster, 16 Oz
Números de Filtros	160	160
Números de Hileras	16	16
Temperatura Máxima	212 °F	100 °C
Volumen de Aire	10.590 PCM	18.000 M ³ /h

Continuación tabla 5.3

Nombre	Diseño actual	Diseño propuesto
Diámetro del Filtro	6 1/8"	155,57 mm
Longitud del Filtro	11,48'	3,5 m
Área de Filtrado	2.076 PIE ²	179 M²
Relación de Filtrado	5.09 PCM/PIE ²	1,56 M ³ /MIN/M ²
Velocidad de ascenso	217 RPM	66,15 M/min.
Placa de Modulo	3/16"	5 mm
Presión de Diseño	14" W.C	350 mm W.C
Placa de espejo	3/16"	5 mm
Largo del equipo	142,91 " (Existente)	3.630 mm (Existente)
Ancho del equipo	70,87 " (Existente)	1.800 mm (Existente)
Alto del equipo	248 "	6.300 mm

Una vez definidas las especificaciones técnicas deseadas por la gerencia de planificación de mantenimiento e ingeneria para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006, la analizamos con respecto a nuestro estudio técnicos pudimos determinar que los requerimientos expresados por la gerencia se adaptan con las acciones correctoras, arrojados en nuestro análisis de modo y efecto de falla, lo

cual permitirá disminuir las fallas en los componentes o condiciones y minimizar las intervenciones de mantenimiento del sistema de desempolvado, sin embargo durante nuestra investigación determinamos que la gerencia de planificación de mantenimiento e ingeniería no tomaron en cuenta dentro de sus especificaciones técnicas la reinstalación de la válvula rotatoria la cual es un componente mecánico de vital importancia para minimizar el acelerado desgaste de los filtros de mangas ya que tiene más de 10 años fuera de servicio y lograr el funcionamiento optimo del sistema de desempolvado. Por esta razón le proponemos a la gerencia la reinstalación de la válvula rotatoria con las siguientes especificaciones:

5.3.4 Propuesta de mejora

5.3.4.1 Válvula rotatoria: La válvula rotatoria es instalada permitiendo el asiento de polvo para controlar y regular la descarga de mineral fino al silo. Posee 30 cm de largo y 50 cm de diámetro. Contiene un Moto-reductor integrado tipo LKM 308 con potencia de 0.63 Kw y velocidad de 23 rpm.

Mediante una reunión con el coordinador de planificación de mantenimiento (Tutor Industrial) y líder de grupo técnico responsable del sistema de desempolvado AB/BB-6006 le planteamos esta propuesta, la cual accedieron a nuestra inquietud sustentado en nuestro análisis técnico y aceptaron nuestra propuesta que consiste en integrar la válvula rotatoria dentro de las especificaciones técnicas sugeridas y tomarlas en cuenta dentro del análisis económico.

Finalmente en el siguiente capítulo realizaremos el análisis económico del sistema de desempolvado AB/BB-6006 de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas por el departamento de planificación de mantenimiento de Planta de Pellas.

5.4 Evaluación económica del sistema de desempolvado AB/BB-6006

Una vez realizados los análisis y determinados los requerimientos técnicos que se deberán implementar en el sistema de desempolvado AB/BB-6006 procedemos a realizar su estudio económico para determinar cuál sería la factibilidad para llevar a cabo la modernización del sistema, ventajas y desventajas con la mejor alternativa que ofrezca el mercado. Pero antes, es necesario señalar todos los costos de mantenimiento que se han generando por las distintas intervenciones de mantenimiento al sistema de desempolvado la cual es una evidente consecuencia por las distintas fallas que presentan los componentes o condiciones, lo que trae como necesidad modernizar el sistema y adaptarlo a condiciones óptimas para su funcionamiento y tratar de minimizar los costos que genera.

Para nuestra investigación estudiamos todos los costos que generan el proceso de mantenimiento que corresponde los periodos entre 2005-2009. Estos costos están comprendidos entre: materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento, mano de obra requerida para la intervención y la pérdida por la no producción que se genera por las distintas paradas que deben realizarse para ejecutar las operaciones de mantenimiento al sistema de desempolvado.

5.4.1 Costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006

Se realizó la estimación de los costos en los cuales debe incurrir la empresa para las intervenciones de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006.

5.4.1.1 Costos de materiales y repuestos: Comprenden los materiales y repuestos reemplazados durante el trabajo de mantenimiento. Son básicamente los componentes que fallan en el sistema y ocasionan la parada de las líneas (A y B) para el mantenimiento. En la tabla 5.4 se muestran los materiales y repuestos requeridos en la intervención de mantenimiento en los periodos 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. Estos datos fueron suministrados por la gerencia de planificación de mantenimiento.

Tabla 5.4 Costos de materiales y repuestos requeridos para mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los períodos 2005-2009.

Nombre	2005			2006		
Nomore	Cant.	P/Unid Bsf.	P/Total Bsf.	Cant.	P/Unid Bsf.	P/Total Bsf.
Mangas filtrantes	1280	Bs 12,36	Bs 15.814,40	1280	Bs 17,11	Bs 21.905,92
Venturis	48	Bs 34,17	Bs 1.640,16	48	Bs 36,21	Bs 1.737,89
Abrazadera	1280	Bs 12,79	Bs 16.375,04	1280	Bs 13,18	Bs 16.870,40
Tornillo 6x30mm	5120	Bs 0,02	Bs 121,34	5120	Bs 0,13	Bs 660,48
Tuerca Hex. 6mm	5120	Bs 0,02	Bs 112,64	5120	Bs 0,02	Bs 112,64
Tornillo Hex 12x40mm	480	Bs 0,50	Bs 237,60	480	Bs 0,47	Bs 226,08
Tuerca Hex 12mm	480	Bs 0,22	Bs 103,20	480	Bs 0,24	Bs 113,76
Tornillo Hex 8x30mm	320	Bs 0,22	Bs 68,80	320	Bs 0,07	Bs 20,80
Tuerca Hex 8mm	320	Bs 0,07	Bs 20,80	320	Bs 0,07	Bs 20,80
Niple 11"x3"	48	Bs 0,43	Bs 20,64	48	Bs 0,77	Bs 37,15
Niple 11"x2"	48	Bs 10,04	Bs 481,97	48	Bs 32,32	Bs 1.551,12
Silicona transparente	1000	Bs 14,45	Bs 14.448,00	1000	Bs 14,84	Bs 14.835,00
Válvula de Angulo recto	16	Bs 0,00	Bs 0,00	16	Bs 76,41	Bs 1.222,58
Grasa (Gramos)	24	Bs 4,02	Bs 96,49	24	Bs 4,78	Bs 114,83
Aceite (Litros)	32	Bs 1,97	Bs 63,12	32	Bs 2,20	Bs 70,36
Flauta	64	Bs 29,54	Bs 1.890,75	64	Bs 32,14	Bs 2.057,15
Soporte filtro mangas	160	Bs 461,65	Bs 73.863,68	160	Bs 461,65	Bs 73.863,68
Unión universal	64	Bs 16,41	Bs 1.049,92	64	Bs 58,80	Bs 3.763,39
P/Total por Años			Bs 126.408,55			Bs 139.184,03

Continuación de la Tabla 5.4

Vandara	2007			2008		
Nombre	Cant.	P/Unid Bsf.	P/Total Bsf.	Cant.	P/Unid Bsf.	P/Total Bsf.
Mangas filtrantes	1280	Bs 17,20	Bs 22.016,00	1280	Bs 17,20	Bs 22.016,00
Venturis	48	Bs 0,00	Bs 0,00	48	Bs 0,00	Bs 0,00
Abrazadera	1280	Bs 11,40	Bs 14.585,60	1280	Bs 18,09	Bs 23.155,20
Tornillo 6x30mm	5120	Bs 0,13	Bs 660,48	5120	Bs 0,13	Bs 660,48
Tuerca Hex. 6mm	5120	Bs 0,02	Bs 112,64	5120	Bs 0,04	Bs 220,16
Tornillo Hex 12x40mm	480	Bs 0,41	Bs 196,32	480	Bs 0,37	Bs 175,68
Tuerca Hex 12mm	480	Bs 0,13	Bs 61,92	480	Bs 0,54	Bs 256,80
Tornillo Hex 8x30mm	320	Bs 0,07	Bs 20,80	320	Bs 0,13	Bs 42,88
Tuerca Hex 8mm	320	Bs 0,02	Bs 7,04	320	Bs 0,10	Bs 32,64
Niple 11"x3"	48	Bs 0,86	Bs 41,28	48	Bs 1,44	Bs 69,17
Niple 11"x2"	48	Bs 29,61	Bs 1.421,09	48	Bs 50,70	Bs 2.433,46
Silicona transparente	1000	Bs 15,61	Bs 15.609,00	1000	Bs 16,25	Bs 16.254,00
Válvula de Angulo recto	16	Bs 0,00	Bs 0,00	16	Bs 0,00	Bs 0,00
Grasa (Gramos)	24	Bs 6,40	Bs 153,48	24	Bs 7,95	Bs 190,83
Aceite (Litros)	32	Bs 3,21	Bs 102,88	32	Bs 4,41	Bs 141,17
Flauta	64	Bs 32,14	Bs 2.057,15	64	Bs 19,78	Bs 1.265,92
Soporte filtro mangas	160	Bs 461,65	Bs 73.863,68	160	Bs 461,65	Bs 73.863,68
Unión universal	64	Bs 59,28	Bs 3.793,66	64	Bs 93,86	Bs 6.007,10
P/Total por Años			Bs 134.703,02			Bs 146.785,16

Continuación de la Tabla 5.4

Nombre	2009			
Nomore	Cant.	P/Unid Bsf.	P/Total Bsf.	
Mangas filtrantes	1280	Bs 28,93	Bs 37.035,52	
Venturis	48	Bs 0,00	Bs 0,00	
Abrazadera	1280	Bs 25,31	Bs 32.391,68	
Tornillo 6x30mm	5120	Bs 0,15	Bs 788,48	
Tuerca Hex. 6mm	5120	Bs 6,00	Bs 30.714,88	
Tornillo Hex 12x40mm	480	Bs 1,61	Bs 774,24	
Tuerca Hex 12mm	480	Bs 0,45	Bs 216,96	
Tornillo Hex 8x30mm	320	Bs 0,11	Bs 34,56	
Tuerca Hex 8mm	320	Bs 0,13	Bs 41,28	
Niple 11"x3"	48	Bs 1,66	Bs 79,54	
Niple 11"x2"	48	Bs 58,30	Bs 2.798,50	
Silicona transparente	1000	Bs 18,69	Bs 18.692,00	
Válvula de Angulo recto	16	Bs 0,00	Bs 0,00	
Grasa (Gramos)	24	Bs 9,30	Bs 223,26	
Aceite (Litros)	32	Bs 6,42	Bs 205,35	
Flauta	64	Bs 43,37	Bs 2.775,42	
Soporte filtro mangas	160	Bs 461,65	Bs 73.863,68	
Unión universal	64	Bs 33,80	Bs 2.163,07	
P/Total por Años			Bs 202.798,41	

5.4.1.2 Costos de mano de obra: Los costos de mano de obra por intervenciones de mantenimiento al sistema de desempolvado AB/BB-6006 incurridos en los periodos comprendidos: 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009 se muestra en la tabla 5.5. Para el servicio de mantenimiento al sistema se contrata una empresa de servicios industriales. Régimen de trabajo: dos (2) turnos de 12 horas de trabajo para ambas líneas (A y B); de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. y de 7:00 p.m. a 7:00 a.m.

Tabla 5.5 Costo de Contratación de empresas de servicios para mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los periodos 2005-2009.

A	P/Unid	Cant. de	P/Total por
ño	P/Ollid	intervenciones	años
005	Bs 3.085,68	8	Bs 24.685,46
006	Bs 3.603,06	8	Bs 28.824,48
007	Bs 4.340,00	8	Bs 34.720,00
008	Bs 5.596,00	8	Bs 44.768,00
009	Bs 8.000,00	8	Bs 64.000,00

En la tabla 5.6 se representa claramente el resumen de los costos que genera la intervención de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006. En la figura 5.6 se visualiza mediante un diagrama de barras el aumento de los costos a través del tiempo en los periodos estudiados.

Tabla 5.6 Resumen costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/B-6006

Año	2005	2006	2007	2008	2009
Materiales y Repuestos	Bs 126.408,55	Bs 139.184,03	Bs 134.703,02	Bs 146.785,16	Bs 202.798,41
Mano de obra	Bs 24.685,46	Bs 28.824,48	Bs 34.720,00	Bs 44.768,00	Bs 64.000,00
P/Total por Años	Bs 151.094,01	Bs 168.008,51	Bs 169.423,02	Bs 191.553,16	Bs 266.798,41

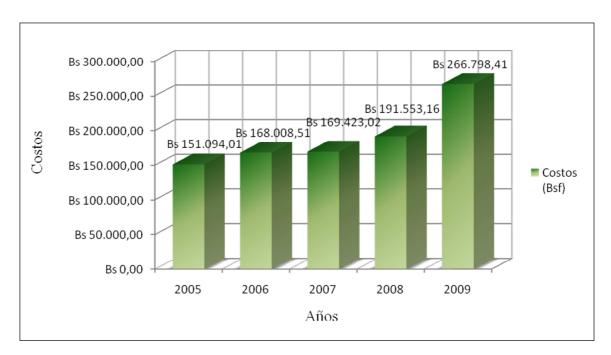


Figura 5.6 Comportamiento de los costos entre los períodos 2005-2009.

5.4.2 Perdida de no producción por intervenciones de mantenimiento al sistema de desempolvado AB/BB-6006

La pérdida de no producción es la cantidad dinero en bolívares (Bs) que pierde la gerencia de Prerreducidos por parar la línea (A y B) para gestión de mantenimiento del sistema de desempolvado.

Debido a que el régimen de trabajo para el mantenimiento abarca dos (2) turnos de 12 horas, se pierde 24 horas de producción, es decir, se pierde un (1) día producción la cual no es favorable para la empresa. En la tabla 5.7 se muestran los montos en bolívares (Bs) que se pierden por la parada de las líneas de producción y en la figura 5.7 se aprecia un diagrama de barras con el aumento de la perdida de producción a través del tiempo en los periodos estudiados.

Tabla 5.7 Costos por perdida de no producción generados por la gestión de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 en los períodos 2005-2009.

A	Ton/	Precio	Cant. de	P/Total por
ño	Días	Piecio	intervenciones	años
2	21.66	Bs	4	Bs
005	4	4.005.673,6	4	16.022.694,4
2	21.66	Bs	4	Bs
006	4	4.378.294,4	4	17.513.177,6
2	21.66	Bs	4	Bs
007	4	5.030.380,8	4	20.121.523,2
2	21.66	Bs	4	Bs
008	4	5.496.156,8	4	21.984.627,2
2	21.66	Bs	4	Bs
009	4	6.334.553,6	4	25.338.214,4

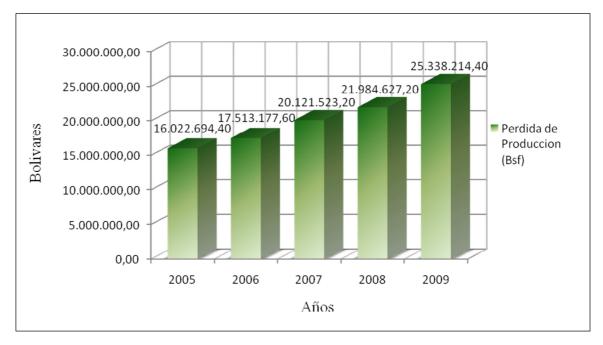


Figura 5.7 Comportamiento del dinero perdido entre los períodos 2005-2009.

5.4.3 Análisis de factibilidad para la modernización del sistema de desempolyado AB/BB-6006

En la evaluación económica para modernizar el sistema desempolvado AB/BB-6006 fue necesario buscar en el mercado de servicios industriales nacional varias empresas que cumplieran con los requerimientos propuestos en la investigación. Fueron varias alternativas solicitadas para que cotizaran su costo de servicios y solo tres (3) respondieron la solicitud; por lo tanto, representan nuestro número total de alternativas estudiadas en el análisis de factibilidad para modernizar el sistema de desempolvado. Las alternativas son las siguientes:

Alternativa Nº 1: Empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A. es una empresa que integra un excelente equipo humano, que junto a las mejores compañías de manufactura de equipos y materiales, a las cuales representa,

garantiza proporcionar la solución más adecuada para los problemas de manejo de materiales a granel. (Apéndice G).

Alternativa Nº 2: Empresa de servicios industriales SIVECA C.A. es una empresa de servicios dedicada al montaje y mantenimiento industrial, suministro y fabricación de piezas y estructuras metálicas, construcción, montaje de estructuras. (Apéndice G).

Alternativa Nº 3: Empresa de servicios industriales MG Servicios C.A. es una empresa que ofrece servicios de mantenimientos, fabricación de piezas y repuestos, armado y montaje de estructuras y adiestramiento a personal de trabajo. (Apéndice G).

NOTA: En la cotización de cada alternativa está reflejada el precio total general de construcción y montaje del sistema de desempolvado para una (1) línea (Sea A o B). Para efecto de la inversión de cada alternativa, el precio debe ser reflejado para las dos líneas.

Para la elaboración del análisis económico del proyecto para modernizar el sistema de desempolvado AB/B-6006 se escogió el criterio de valor presente neto (VPN) para evaluar las tres alternativas basadas en determinar cuál es la más factible económicamente para la gerencia de planificación de mantenimiento.

El valor presente neto (VPN) permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Para nuestra investigación los objetivos fundamentales seria: minimizar costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006, maximizar disponibilidad del equipo, minimizar la perdida de no producción, y mejorar condiciones de trabajos en la planta.

Es importante tener en cuenta que el valor presente neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, los flujos netos de efectivo, la tasa de interés referencial y el número de periodos de estudio. Para efecto de la investigación es necesario considerar otras variables como:

1. Ingresos: las distintas estimaciones de toneladas de producción por el precio de venta de las Pellas la cual actualmente esta cotizado en 98 Us\$. La gerencia de Producción de la empresa suministro la información necesaria referente a los índices de producción proyectada para los años que comprende el estudio (2010-2014), dato necesario para el cálculo de los ingresos de la planta. (Tabla 5.8).

Tabla 5.8 Proyección de producción de Pellas entre los periodos 2010-2014.

Años	2010	2011	2012	2013	2014
Tonel	3.685.0	7.746.0	7.562.0	7.746.0	7.539.0
adas	00	00	00	00	00

2. Egresos: comprende los costos de fabricación de la Pella que está constituido por los costos de materia prima, costos de transformación de variables, costos de transformación semifijos y se incluye el costo de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006. Por medio de la gerencia de Costo se obtuvieron los costos unitarios de fabricación de la Pella acumulado en el año 2009, dato necesario para el cálculo de los egresos de la planta. (Tabla 5.9).

Tabla 5.9 Costo unitario fabricación de la Pella acumulado años 2009.

Costo de fabricación de la Pella	Costo unitario Us\$/Ton
Costo de materia prima:	
Mineral de Hierro	52
Finos y subproductos de Hierro	0,39
Carburante	2,57
Fundentes (Alcotc1)	0,85
Costos de transformación de variables:	
Costos de materiales y repuestos	3,04
Gas natural distribuido	0,39
Electricidad distribuida	1,48
Transporte de MP distribuida	1,32
Otros servicios variables (agua potable)	0,23
Costo de transformación semifijos:	
Mano de obra propia	0,70
Mano de obra general de planta	0,39
Mantenimiento distribuido	7,17

Continuación de la Tabla 1

Costo de fabricación de la Pella	Costo unitario
Costo de l'abricación de la Pena	Us\$/Ton
Otros servicios semifijos	3,51
Reserva parada extraordinaria	0,07

Una vez definidos el costo de fabricación de la Pella y los índices de producción se procedió al cálculo de las proyecciones de los costos de fabricación de Pella para los años de estudio. (Apéndice E). Es importante mencionar que para determinar estos costos fue necesario hacer una proyección del promedio de la tasa inflación para cada año respectivamente, dando como resultado una tasa de inflación promedio de 22% y aplicada a los cálculos propiamente. (Apéndice D). También, los costos unitarios de fabricación de Pella están expresados dólares (Us\$) que posteriormente se le realizó la conversión a bolívares (Bsf.); de igual esta conversión se aprecia en las tablas de costo de fabricación de Pella en el Apéndice E.

Una vez determinados los costos de fabricación anual de Pella en los periodos de estudio se procede a elaborar el flujo efectivo de caja de planta de Pella de la Gerencia de Prerreducidos en su escenario base, es decir, sin inversión. Visualizando la proyección de los costos a través de los 5 años de estudio y arrojando su utilidad neta. (Tabla 5.11).

Los datos económicos necesarios que facilitan la compresión del flujo efectivo de caja tanto del escenario base como de las tres alternativas analizadas se pueden apreciar en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10 Datos económicos.

	98
Precio de Venta de Pellas	Us\$/Ton
Tasa de inflación anual sobre	
precio	22%
Unidad monetaria	Bsf.

Tabla 5.11 Escenario base (Sin inversión).

Periodo	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Ton/Años		3.644.056	7.659.936	7.477.980	7.659.936	7.455.236
Inversión inicial	0,0					
Ingresos:						
Producción de Pellas		1.535.605.198,4	3.938.034.377,1	4.690.174.100,0	5.860.938.750,9	6.959.045.312,8
Total ingresos		1.535.605.198,4	3.938.034.377,1	4.690.174.100,0	5.860.938.750,9	6.959.045.312,8
Egresos:						
Costo de Mantto del sistema de desempolvado						
Materiales y repuestos		123.707,0	301.845,2	368.251,1	449.266,3	548.104,9
Mano de obra		78.080,0	190.515,0	232.428,5	283.562,8	345.946,6
Costos de Fabricación de la Pella:						
Costos de materia prima:						
Mineral de Hierro		1.049.852.533,6	2.692.329.625,2	3.206.527.912,1	4.006.874.221,9	4.757.976.346,6
Finos y subproductos de Hierro		7.834.720,4	20.092.012,1	23.794.932,4	29.643.952,3	60.909.278,1
Carburante		51.709.154,6	132.409.653,7	157.561.038,6	194.332.576,3	227.608.355,1
Fundentes (Alcotc1)		17.236.384,9	44.136.551,2	48.232.971,0	59.287.904,6	67.320.781,1
Costos de transformación de variables:						
Costos de materiales y repuestos		60.987.112,1	154.505.461,4	182.917.038,7	226.821.034,8	269.055.594,6
Gas natural distribuido		7.834.720,4	20.092.012,1	23.794.932,4	32.608.347,6	34.942.691,1
Electricidad distribuida		29.771.937,5	75.756.767,0	90.034.879,2	111.988.264,3	141.373.640,3
Transporte de MP distribuida		29.771.937,5	68.181.090,3	81.031.391,3	102.106.946,9	118.612.804,8
Otros servicios variables (agua potable)		4.700.832,2	11.857.580,9	13.826.785,0	17.127.616,9	19.875.659,2
Costo de transformación semifijos:						
Mano de obra propia		14.102.496,7	35.902.120,0	42.445.014,5	53.029.736,9	62.832.729,0
Mano de obra general de planta		7.756.640,4	19.901.497,1	23.562.503,8	29.360.389,5	34.596.744,5
Mantenimiento distribuido		144.158.855,4	369.561.272,3	439.884.695,5	549.401.249,7	652.049.851,0
Otros servicios semifijos		70.512.483,6	180.828.109,2	215.119.050,7	268.771.834,4	318.972.272,3
Reserva parada extraordinaria		1.566.944,1	3.952.527,0	4.501.744,0	5.599.413,2	6.411.503,0
Total egresos		1.497.796.753,5	3.829.506.279,6	4.553.234.889,1	5.686.953.489,3	6.772.538.250,6
Utilidad neta		37.808.445,0	108.528.097,5	136.939.211,0	173.985.261,6	186.507.062,2
Flujo de caja	0,0	37.808.445,0	108.528.097,5	136.939.211,0	173.985.261,6	186.507.062,2
Valor presenta neto (VPN)	0,0					
Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	0,0					

Posteriormente se efectuó el cálculo del valor presente neto (VNP) utilizando la ecuación 3.2 y el costo anual uniforme equivalente (CAUE) con la ecuación 3.3, para un periodo de 5 años y se utilizo una tasa de interés referencial de 30%, el cual fue suministrado por la Gerencia de Ingeniería Industrial. En las tablas 5.12, 5.13, 5.14 y Apéndice F se muestra el cálculo realizado.

Tabla 5.12 Flujo efectivo de caja de alternativa N° 1: Empresa de servicios Industrial INGEMERCA C.A.

Periodo	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Ton/Años		3.664.528	7.702.968	7.519.990	7.702.968	7.497.118
Inversión inicial	871.493,00					
Ingresos:						
Producción de Pellas		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Total ingresos		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Egresos:						
Costo de Mantto del sistema de desempolvado						
Materiales y repuestos		61.853,5	150.922,6	184.125,5	224.633,2	274.052,4
Mano de obra		39.040,0	95.257,5	116.214,3	141.781,4	172.973,3
Costos de Fabricación de la Pella:						
Costos de materia prima:						
Mineral de Hierro		1.055.750.516,8	2.707.454.598,6	3.224.541.632,0	4.029.384.046,0	4.784.705.690,3
Finos y subproductos de Hierro		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	29.810.486,2	61.251.454,1
Carburante		51.999.652,3	133.153.504,8	158.446.189,3	195.424.298,2	228.887.012,5
Fundentes (Alcotc1)		17.333.217,4	44.384.501,6	48.503.935,5	59.620.972,3	67.698.975,5
Costos de transformación de variables:						
Costos de materiales y repuestos		61.392.281,1	155.526.060,7	184.130.829,4	228.322.427,4	270.844.225,8
Gas natural distribuido		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	32.791.534,8	35.138.992,1
Electricidad distribuida		29.939.193,8	76.182.353,5	90.540.679,6	112.617.392,2	142.167.848,6
Transporte de MP distribuida		29.939.193,8	68.564.118,2	81.486.611,6	102.680.563,4	119.279.147,4
Otros servicios variables (agua potable)		4.727.241,1	11.924.194,5	13.904.461,5	17.223.836,4	19.987.316,6
Costo de transformación semifijos:						
Mano de obra propia		14.181.723,4	36.103.811,0	42.683.463,2	53.327.647,5	63.185.710,5
Mano de obra general de planta		7.839.695,2	20.109.627,6	23.812.393,9	29.668.704,7	34.966.018,7
Mantenimiento distribuido		144.968.727,7	371.637.394,1	442.355.891,8	552.487.676,8	655.712.934,5
Otros servicios semifijos		70.908.616,8	181.843.965,6	216.327.552,3	270.281.741,2	320.764.193,6
Reserva parada extraordinaria		1.575.747,0	3.974.731,5	4.527.034,0	5.630.869,6	6.447.521,5
Total egresos		1.506.313.276,7	3.851.268.631,8		5.719.272.196,7	6.811.037.041,8
Utilidad neta		37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Flujo de caja	-871.493,00	37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Valor presenta neto (VPN)	221.275.277,4					
Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	90.851.424,6					

Tabla 5.13 Flujo efectivo de caja de alternativa N° 2: Empresa de servicios Industrial SIVECA C.A.

Periodo	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Ton/Años		3.664.528	7.702.968	7.519.990	7.702.968	7.497.118
Inversión inicial	1.455.784,60					
Ingresos:						
Producción de Pellas		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Total ingresos		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Egresos:						
Costo de Mantto del sistema de desempolvado						
Materiales y repuestos		61.853,5	150.922,6	184.125,5	224.633,2	274.052,4
Mano de obra		39.040,0	95.257,5	116.214,3	141.781,4	172.973,3
Costos de Fabricación de la Pella:						
Costos de materia prima:						
Mineral de Hierro		1.055.750.516,8	2.707.454.598,6	3.224.541.632,0	4.029.384.046,0	4.784.705.690,3
Finos y subproductos de Hierro		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	29.810.486,2	61.251.454,1
Carburante		51.999.652,3	133.153.504,8	158.446.189,3	195.424.298,2	228.887.012,5
Fundentes (Alcotc1)		17.333.217,4	44.384.501,6	48.503.935,5	59.620.972,3	67.698.975,5
Costos de transformación de variables:						
Costos de materiales y repuestos		61.392.281,1	155.526.060,7	184.130.829,4	228.322.427,4	270.844.225,8
Gas natural distribuido		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	32.791.534,8	35.138.992,1
Electricidad distribuida		29.939.193,8	76.182.353,5	90.540.679,6	112.617.392,2	142.167.848,6
Transporte de MP distribuida		29.939.193,8	68.564.118,2	81.486.611,6	102.680.563,4	119.279.147,4
Otros servicios variables (agua potable)		4.727.241,1	11.924.194,5	13.904.461,5	17.223.836,4	19.987.316,6
Costo de transformación semifijos:						
Mano de obra propia		14.181.723,4	36.103.811,0	42.683.463,2	53.327.647,5	63.185.710,5
Mano de obra general de planta		7.839.695,2	20.109.627,6	23.812.393,9	29.668.704,7	34.966.018,7
Mantenimiento distribuido		144.968.727,7	371.637.394,1	442.355.891,8	552.487.676,8	655.712.934,5
Otros servicios semifijos		70.908.616,8	181.843.965,6	216.327.552,3	270.281.741,2	320.764.193,6
Reserva parada extraordinaria		1.575.747,0	3.974.731,5	4.527.034,0	5.630.869,6	6.447.521,5
Total egresos		1.506.313.276,7	3.851.268.631,8	4.579.117.890,5	5.719.272.196,7	6.811.037.041,8
Utilidad neta		37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Flujo de caja	-1.455.784,60	37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Valor presenta neto (VPN)	220.690.985,8					
Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	90.611.525,6					

Tabla 5.14 Flujo efectivo de caja de la alternativa N° 3: Empresa de servicios Industrial MG servicios C.A.

Periodo	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Ton/Años		3.664.528	7.702.968	7.519.990	7.702.968	7.497.118
Inversión inicial	2.942.038,50					
Ingresos:						
Producción de Pellas		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Total ingresos		1.544.232.099,0	3.960.157.477,0	4.716.522.688,0	5.893.864.341,0	6.998.139.814,0
Egresos:						
Costo de Mantto del sistema de desempolvado						
Materiales y repuestos		61.853,5	150.922,6	184.125,5	224.633,2	274.052,4
Mano de obra		39.040,0	95.257,5	116.214,3	141.781,4	172.973,3
Costos de Fabricación de la Pella:						
Costos de materia prima:						
Mineral de Hierro		1.055.750.516,8	2.707.454.598,6	3.224.541.632,0	4.029.384.046,0	4.784.705.690,3
Finos y subproductos de Hierro		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	29.810.486,2	61.251.454,1
Carburante		51.999.652,3	133.153.504,8	158.446.189,3	195.424.298,2	228.887.012,5
Fundentes (Alcotc1)		17.333.217,4	44.384.501,6	48.503.935,5	59.620.972,3	67.698.975,5
Costos de transformación de variables:						
Costos de materiales y repuestos		61.392.281,1	155.526.060,7	184.130.829,4	228.322.427,4	270.844.225,8
Gas natural distribuido		7.878.735,2	20.204.885,1	23.928.608,2	32.791.534,8	35.138.992,1
Electricidad distribuida		29.939.193,8	76.182.353,5	90.540.679,6	112.617.392,2	142.167.848,6
Transporte de MP distribuida		29.939.193,8	68.564.118,2	81.486.611,6	102.680.563,4	119.279.147,4
Otros servicios variables (agua potable)		4.727.241,1	11.924.194,5	13.904.461,5	17.223.836,4	19.987.316,6
Costo de transformación semifijos:						
Mano de obra propia		14.181.723,4	36.103.811,0	42.683.463,2	53.327.647,5	63.185.710,5
Mano de obra general de planta		7.839.695,2	20.109.627,6	23.812.393,9	29.668.704,7	34.966.018,7
Mantenimiento distribuido		144.968.727,7	371.637.394,1	442.355.891,8	552.487.676,8	655.712.934,5
Otros servicios semifijos		70.908.616,8	181.843.965,6	216.327.552,3	270.281.741,2	320.764.193,6
Reserva parada extraordinaria		1.575.747,0	3.974.731,5	4.527.034,0	5.630.869,6	6.447.521,5
Total egresos		1.506.313.276,7	3.851.268.631,8	4.579.117.890,5	5.719.272.196,7	6.811.037.041,8
Utilidad neta		37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Flujo de caja	-2.942.038,50	37.918.822,3	108.888.845,2	137.404.797,5	174.592.144,3	187.102.772,2
Valor presenta neto (VPN)	219.204.731,9					
Costo anual uniforme equivalente (CAUE)	90.001.298,0					

5.4.3.1 Selección de alternativa factible

Tabla 5.15 Resumen del VPN y CAUE.

Alternativa	VPN	CAUE
Alternativa N° 1	Bsf. 221.275.277,4	Bsf. 90.851.424,6
Alternativa N° 2	Bsf. 220.690.985,8	Bsf. 90.611.525,6
Alternativa N° 3	Bsf. 219.204.731,9	Bsf. 90.001.298,0

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y comparando el valor presente neto de las alternativas (Tabla 5.15), se llego a la conclusión que la alternativa Nº 3 es muy costosa para el departamento de planificación de mantenimiento de planta de Pella y no ofrece ningún tipo de ventajas por la inversión, solo hasta que se apruebe la orden del departamento de compras de la empresa, por tales causas es rechazada; lo que lleva a tomar una decisión entre la alternativa Nº 1 o alternativa Nº 2. Analizando ambas alternativas es evidente que resulta económicamente más rentable modernizar el sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la alternativa Nº 1, contratando la empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A. que la alternativa Nº 2 y aun que la diferencia de bolívares entre ambas alternativas es minina, ya que es de Bsf. 584.291,6, se selecciona la alternativa Nº 1 por que esta ofrece mejores ventajas del sistema propuesto que la alternativa Nº 2 como se menciona a continuación:

Empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A. ofrece:

1. Sistemas con la más alta tecnología existente en el mercado.

2. Equipos con la más alta calidad en sus partes y diseño, evitando el reemplazo de partes prematuro (Partes garantizadas por un año, en operación bajo condiciones normales).

3. Garantía INGEMERCA C.A.

- 4. Servicio de mantenimiento preventivo anual con cargo para el cliente.
- 5. Curso de entrenamiento al personal, en la operación y mantenimiento del equipo en su Planta.
 - 6. Garantía de repuestos.
- 7. Entrega de manuales de mantenimiento y operación y planos en papel y archivo electrónico.

Por lo tanto se tomó la decisión de seleccionar la alternativa Nº 1 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 de planta de Pella al modelo "Snap Band" ya que la alternativa Nº 2 no ofrece ninguna tipo de ventaja por la inversión del sistema propuesto y solo se limita a la construcción e instalación del mismo.

En la en la figura 5.8 y tabla 5.16 se puede comparar la disminución de la proyección de los costos para los periodos 2010-2014 si la gerencia de planificación de mantenimiento invierte para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006.

Tabla 5.16 Proyección de los costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 entre los períodos 2010-2014.

		Año		Año	Año
Años	Año 2010	2011	Año 2012	2013	2014
Sin	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs
inversión	201.787,00	492.360,20	600.679,60	732.829,10	894.051,50
Con	Bs	Bs	Bs	Bs	Bs
inversión	100.893,50	246.180,08	300.339,81	366.414,57	447.025,77

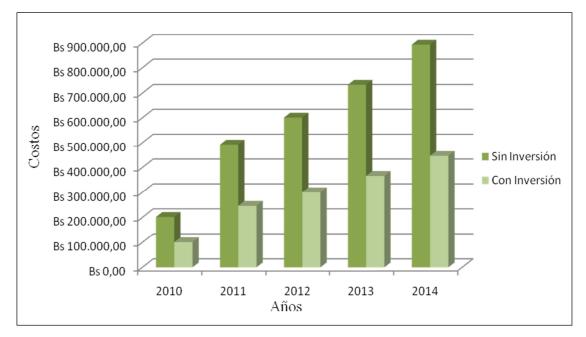


Figura 5.8 Proyección de los costos de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 entre los períodos 2010-2014.

Se observa la comparación de la factibilidad de la alternativa Nº 1 con los costos de mantenimiento del sistema actual (Sin inversión), expresando la disminución de los costos de mantenimiento con la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006.

156

5.4.3.2 Recuperación de la inversión

La gerencia de planificación de mantenimiento desea saber en cuanto tiempo

recuperaría la inversión de modernizar el sistema de desempolvado con la alternativa

seleccionada.

De acuerdo al flujo efectivo de caja de la alternativa Nº 1 se puede apreciar que

las utilidades netas anuales proyectadas durante el periodo de estudio, son elevadas

(Tabla 5.11), por lo tanto la recuperación de la inversión se puede determinar por el

método valor presente VP. El valor presente VP es muy popular debido a que los

gastos o los ingresos se transforman en bolívares (Bsf.) equivalentes de ahora, es

decir, todos los flujos efectivos futuros asociados con una alternativa se convierte en

bolívares (Bsf.) presentes. El valor presente VP se calcula a partir de la tasa mínima

atractiva de rendimiento TMAR para cada rendimiento.

Ahora, tenemos la utilidad neta del primer año de la alternativa Nº 1 Bsf.

37.918.822,3 (Bsf. 3.159.901,85 mensual) y una tasa mínima atractiva de retorno

TMAR de 20% (1.66% mensual) establecida por la gerencia de planificación de

mantenimiento de planta de Pella. La fórmula utilizada es la siguiente (3.1):

$$VP = Cm * (1+i)^{-n}$$

(5.2)

Donde:

VP = Valor presente.

Cm = Utilidad neta mensual.

i =Tasa de interés mensual.

n =Periodo del estudio.

Resultados:

VP = Valor presente.

Cm = 3.159.901,94 Bsf.

i = 1,66%.

n = 1 mes.

$$VP = 3.159.901,85 * (1 + 1,66\%)^{-1} = 3.108.304,0 \text{ Bsf.}$$

Con el resultado obtenido se puede apreciar en un periodo de tiempo menos de un mes se puede recuperar la inversión; por lo tanto tenemos:

Si en treinta (30) días se espera tener una utilidad neta de 3.159.901,85 Bsf.; en 29,5 días tendríamos un beneficio de 3.108.304,0 Bsf.

Ahora tenemos:

Si en 29,5 días tenemos un beneficio de 3.108.304,0 Bsf., en nueve (9) días tendremos la recuperación de la inversión que es de 871.493,0 Bsf. (Figura 5.9).

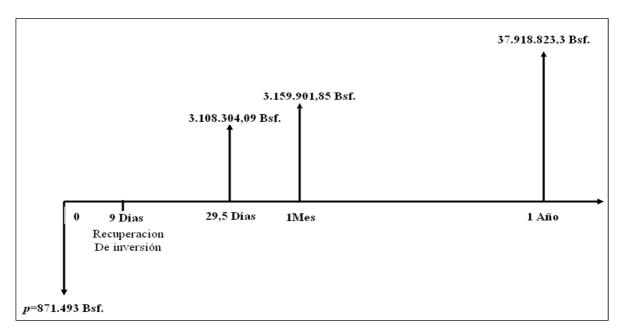


Figura 5.9 Recuperación de la inversión.

En la figura 5.9 se expresa con claridad que la inversión será fácilmente recuperada en nueve (9) días del primer mes del año proyectado, por lo que concluimos que es factible la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 modelo "Snap Band" a través de la alternativa Nº 1.

5.5 Estimación de mejoras generales en el área de Preparación y Molienda si se moderniza el sistema de desempolvado AB/BB-6006

Una vez seleccionada la alternativa económicamente más rentable y con mejores garantías de servicios para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 al modelo "Snap Band" del área de preparación y molienda, se puede estimar las posibles mejoras si se invierte en la alternativa antes mencionada.

Estas posibles estimaciones representarían un beneficio tanto económicos como al personal, ambiente e instalaciones de la planta.

5.5.1 Beneficios económicos

- 1. Se reduce las intervenciones de mantenimiento de cuatro (4) a dos (2) y por consiguiente se reduce los costos de mantenimiento a un 50%.
- 2. Debido que el mantenimiento del sistema de desempolvado se reduce a un 50% relativamente se reduce la perdida de no producción a un 50%, generando mayor ingresos para la planta.
- 3. Es una inversión de mejora para el sistema productivo de la planta y tomando en cuenta la proyección de ingresos de la planta no requiere de mucho tiempo para recuperar la inversión.

5.5.2 Beneficio al personal

- 1. Garantiza una mejor condición de trabajo al momento de realizar el mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 modelo "Snap Band".
- 2. Personal capacitado y familiarizado con los procedimientos de mantenimiento y operación capaz de operar de manera correcta antes las diferentes condiciones que se pueda presentar en el nuevo modelo "Snap Band".
- 3. Permite un mantenimiento más accesible en cuanto al montaje y desmontaje de los filtros de mangas.
- 4. Se reduce el tiempo de mantenimiento del sistema de desempolvado AB/BB-6006 modelo "Snap Band" de 24 horas a 12 horas de trabajo, es decir, en un 50%.

5. Cambio de materiales y repuestos del sistema de desempolvado sin el uso de sellos o herramientas especiales.

5.5.3 Beneficio a las instalaciones

- Actualizaciones en las instalaciones del área de Preparación y Molienda con nuevas modernización del sistema de desempolvado al modelo Snap Band Pulse Jet.
- 2. Equipos, materiales y repuestos de mayor calidad y resistencia para el mantenimiento de la casa de manga.
- 3. Optimización del funcionamiento del sistema de desempolvado por la reinstalación de la *válvula rotatoria*.
- 4. Mayor acceso que facilita el trabajo de mantenimiento al sistema de desempolvado mediante pasillos de servicios, escaleras y barandas.
- 5. Maximizar la disponibilidad del sistema de desempolvado con la disminución de intervenciones de mantenimiento.
- 6. Mayor tratamiento químico superficial, fondo y acabado con pintura sintética industrial para mayor protección de la corrosión y asegure su operación hermética y una larga duración del colector.

5.5.4 Beneficio al ambiente

- 1. Disminución de la contaminación directa al aire a consecuencia de las emisiones de partículas finas de mineral de Hierro y acumulación de residuos del mismo en los suelos.
- 2. Disminución de la contaminación por partículas finas de Hierros al personal que labora en el área.
 - 3. Estandarización a las políticas de ambiente de SIDOR C.A.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1. El sistema de desempolvado AB/BB-6006 es un equipo de gran importancia en el área de Preparación y Molienda porque evita la emisión directa de partículas de mineral fino al ambiente; forma parte del proceso productivo lo que implica al realizarle las intervenciones de mantenimiento parar una de las líneas de producción (A o B) generando la perdida de dinero (Bsf.) por la no producción.
- 2. El análisis de modo y efecto de fallas del sistema de desempolvado AB/BB-6006 se determino que los componentes o condiciones que presentan fallas y que sobre pasa el nivel de prioridad de riesgo NPR>100 son: Filtros de mangas, Canastillas, Flauta, Venturis, Válvula rotatoria, Acoples, Motores, chumaceras y rodamientos y la deficiencia de mano de obra por lo tanto requieren de acciones correctoras para disminuir las distintas intervenciones de mantenimiento que requiere el sistema y por ende disminuir sus costos de mantenimiento.
- 3. Entre las especificaciones técnicas que establece el departamento de planificación de mantenimiento e ingeniería se concluye que se adoptan a las acciones correctoras que pueden disminuir las distintas fallas que presentan los componentes o condiciones del sistema de desempolvado; sin embargo, se establece una acción correctora para la reinstalación de la

válvula rotatoria la cual se presenta como una propuesta al departamento debido que no es tomada en cuenta entre las especificaciones establecidas por ellos en un inicio. El departamento de planificación de mantenimiento acepta agregarla como una especificación mas para lograr el funcionamiento optimo del sistema de desempolvado.

- 4. Por el método de valor presente neto (VPN) se estudiaron tres (3) alternativas que ofrecen el servicio de modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006, determinadose que la alternativa Nº 1 es la más factible tanto económicamente y en beneficios arrojando un VPN= Bsf. 221.275.277,4 y un Costo anual uniforme equivalente CAUE= Bsf. 90.851.424,6. Se determino por el método de Valor presente (VP) el tiempo de recuperación de la inversión resultando que en nueve (9) días del primer mes del primer año de proyección se puede recuperar la inversión y aun así seguir teniendo utilidades netas positivas a planta de Pellas.
- 5. Entre las estimaciones de mejoras que se puede obtener al realizar la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 con el nuevo modelo "Snap Band pulse jet" es reducir las intervenciones de mantenimiento en un 50% ya que en años anteriores eran de cuatro (4) intervenciones al año y con la nueva inversión serian solo dos (2) al año, por consiguiente se reducen los costo de mantenimiento en un 50%. También se reduce en un 50% la perdida de no producción generado mayores ingresos a Planta de Pellas. Se reducen las horas de mantenimiento de 24 horas a 12 horas de trabajo y garantiza mejor condiciones de trabajo al personal, instalaciones y ambiente.

Recomendaciones

Habiendo obtenido las conclusiones anteriormente presentadas, se hacen necesarias las siguientes recomendaciones al Departamento de Planificación de Mantenimiento de Prerreducido, SIDOR C.A:

- 1. Invertir en la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 con el nuevo modelo "Snap Band pulse jet".
- 2. Un material de filtro de manga más resistente. Se recomienda el filtro de manga Acrílico (Poliacronitrilo) para polvos secos y húmedos que soporta una temperatura de 115 °C y su resistencia al proceso de hidrólisis es excelente.
- 3. Realizar un nuevo programa de mantenimiento del sistema de desempolvado solo con dos (2) intervenciones y que coincidan con los programas de mantenimiento de otros equipos que impliquen parar la línea de producción.
- 4. Realizar un estudio de ingeniería donde se plantee eliminar los puntos de succión que están conectados a las tolvas de cargas y descargas de las balanzas AG/BG-1001/1002 para evitar la presencia de vapor de agua a la casa de mangas y garantizar la vida útil de los filtros de mangas evitando cualquier condición de humedad.
 - 5. Hacer un mantenimiento preventivo más eficaz y constante.

REFERENCIAS

Arias, Fidias G. (2006) **TESIS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Episteme, Caracas, Venezuela, pp 95.

Asesores Bancarios y Financieros (1998). **GLOSARIO ECONÓMICO FINANCIERO**. 01 de mayo de 2009. http://www.abanfin.com/modules.php.

Baca U., Gabriel (1995) **EVALUACIÓN DE PROYECTOS.** Editorial McGraw-Hill, México, pp 33-34.

Blank Leland, Tarquin anthony (2006) **INGENIERIA ECONOMICA**. Editorial McGraw-Hill, México, pp 176.

Castellanos I, Yusvelys E. (2009) **EVALUACIÓN TÉCNICA- ECONÓMICA PARA EL REEMPLAZO DEL RECUPERADOR DE PA- 5003B, UBICADOS EN LAS PILAS DE HOMOGENIZACIÓN H (A-B) DE C.V.G. FERROMINERA ORINOCO C.A.** Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar, Venezuela.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). **GACETA OFICIAL N° 36.860**. Caracas, Venezuela. pp 21-22-31.

Decreto Nº 638. Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica (1995). **Gaceta Oficial Nº 4.899 (Extraordinario**). Caracas, Venezuela, pp 01-02-03-09.

Gerencia de Centro de Investigaciones SIDOR C.A (1999) CORROSIÓN EN LAS LÁMINAS DE LOS BAG HOUSE DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN DE POLVOS DE LA PLANTA DE CAL. Ciudad Guayana, Venezuela.

González M. (2008). **APUNTES DE CONTABILIDAD DE COSTOS I.** http://www.gerencie.com/definicion-de-costos.html.

Gutiérrez P. Humberto, De la Vara S. Ramón (2004) **CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA.** Editorial McGraw-Hill, México, pp 491.

Hernández Roberto, Fernández Carlos, Baptista Pila (1995) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Editorial McGraw-Hill, México, pp 445.

Hodson, W. (1996) **MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL**. Editorial McGraw-Hill /Interamericana. Primera Edición, pp 23-37.

Hurtado, Jackeline (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Sypal, Bogotá, pp 165.

Sampieri R.H., Collado C.F., Lucio P.B. (2006) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Editorial Mc Graw Hill. Tercera Edición. México, pp 274.

Santeliz, Fabiana (2006). **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE POLVO PARA TÚNELES Y FOSAS DE PLANTA 3ª Y 3B, DE LA EMPRESA SILOS ANCA**. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. P 187.

Ley Orgánica del Ambiente (1976). **Gaceta Oficial Nº 31.004**. Caracas, Venezuela, pp 11-12.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005). **Gaceta Oficial Nº 38.236**. Caracas, Venezuela, pp 47-50-60-67.

Ley Orgánica del Trabajo (1997). **Gaceta Oficial Nº 5.152**. Caracas, Venezuela, pp 40-50-51-52.

Rodríguez, Carmen (2004) FACTIBILIDAD DE LA RECUPERACIÓN DE LOS POLVOS PROVENIENTES DEL SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE GASES DE HORNOS ELÉCTRICO DE GASES DE REDUCCIÓN, SIDOR C.A. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar, Venezuela.

Tamayo y Tamayo (2004) **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.** Editorial Limusa, México, pp 176 - 177.

Vega, David (2007) MANUAL DE VENTILACIÓN DE MINAS. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 13 de agosto de 2007. http://www.monografias.com/dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5531/17/17% 20CAP%C3%8DTULO%203.doc

APÉNDICES

APÉNDICE A

Criterio del índice de gravedad,probabilidad ocurrencia, probabilidad no detección

Tabla A.1 Descripción del índice de gravedad (G) para evaluar las fallas según el diseño, producto y equipo.

Valor G	Criterio				
1-2	Muy bajo. Este valor representaría un suceso sin efectos adversos.				
3-4	Bajo. Significa efectos que no requieren parada del sistema.				
5-6	Moderado. Constituyen riesgos de cierta importancia que requieran parada normal.				
7-8	Alto. Constituye riesgo importante que requiere parada de emergencia.				
9-10	Muy alto. Representa un peligro inmediato para el personal e instalaciones, por lo que se requiere parada de emergencia.				

Tabla A.2 Descripción de probabilidad de ocurrencia (O) para evaluar las fallas según el diseño, producto y equipo.

Valor O	Criterio
1-2	Muy bajo probabilidad de ocurrencia de fallas. Eventualmente se producen algunas fallas.
3-4	Bajo probabilidad de ocurrencia de fallas. Ocasionalmente podría producirse un número de fallas. No requiere para del sistema.
5-6	Moderada probabilidad de ocurrencia de fallas. Situaciones similares que hayan tenido fallas esporádicas pero no en grandes proporciones. Requiere parada normal del sistema.
7-8	Alta probabilidad de ocurrencia. Las fallas se presenten frecuentemente. Requiere parada normal del sistema.
9-10	Muy alta probabilidad de ocurrencia. Las fallas se presentan frecuentemente con seguridad. Requiere parada de emergencia por peligro para el personal, instalación y ambiente.

Tabla A.3 Descripción de probabilidad de no detección (D) para evaluar las fallas según el diseño, producto y equipo.

Valores D	Criterio
1-2	Muy baja. La falla es obvia. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles actuales existentes.
3-4	Baja. La falla es obvia y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado
5-6	Moderado. La falla es una característica bastante fácil detección
7-8	Alto. La falla es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control.
9-10	Muy alto. La falla ocurrirá con alta probabilidad por ser muy difícil de detectar.

APÉNDICE B

Calculo del NPR y nuevo NPR Calculo del nivel de prioridad de riesgo (NPR)

Para el cálculo del nivel de prioridad de riesgo se utilizo la ecuación de nivel de prioridad de riesgo y se denota de la siguiente manera:

$$NPR = G * O * D$$
(A.1)

Donde:

NPR: Número de Prioridad de Riesgo.

G: Índice de Gravedad.

O: Probabilidades de Ocurrencia.

D: Probabilidades de No Detección.

Una vez establecidos los criterios: Índices de gravedad (G), probabilidad de ocurrencia (O) y probabilidad de no detención (D), se procede a calcular los niveles de prioridad de riesgo para cada componente o condición de falla en el sistema. En la tabla A.1 estará contenido con todos los datos necesarios para realizar el cálculo. Para todos los componentes o condiciones de fallas se le aplicará la misma ecuación para obtener su nivel de prioridad de riesgo (NPR).

Tabla B.1 Calculo del nivel de prioridad de riesgo (NPR).

Commente of Conflictions	No. 4. 4. 6.11.			_	Ecuación	AIDD
Componentes o Condiciones	Modo de falla	G	0	D	NPR = G * O * D	NPR
	Filtros agujerados	10	9	8	NPR = 10*9*8	720
Filtros de mangas	Desajuste de abrazaderas		8	9	NPR = 10*8*9	720
	Desgaste de los filtros de manga	7	8	10	NPR = 7*8*10	560
Canastillas	Ruptura de Canastilla	10	7	9	NPR = 10*7*9	630
Canasimas	Desajuste de Canastilla	10	7	9	NPR = 10*7*9	630
Flauta	Deformación del agujero por donde se inyecta el aire comprimido	10	8	9	NPR = 10*8*9	720
Venturis	Perforación del Venturis	10	9	8	NPR = 10*9*8	720
Válvula rotatoria	Paso directo de mineral fino a la casa de manga	10	8	9	NPR = 10*8*9	720
Acoples	Desalineación de acoples	6	5	6	NPR = 6*5*6	180
Motores, chumaceras y rodamientos	Aumento de temperatura	5	5	5	NPR = 5*5*5	125
Deficiencia de mano de obra	Desajuste del conjunto filtro de mangas- Canastillas	10	7	8	NPR = 10*7*9	560
Deficiencia de mano de obra	Calibraciones no aplicadas a equipos	5	5	4	NPR = 5*5*4	100
Aumento de amperaje	Bajo rendimiento de motores	5	5	1	NPR = 5*5*1	25
Manómetro	Atasco de la aguja	1	1	1	NPR = 1*1*1	1

Tabla B.2 Calculo del nuevo nivel de prioridad de riesgo (NPR).

Componentes o Condiciones	Modo de falla	G	o	D	Ecuación NPR = G * O * D	NPR
	Filtros agujerados	10	9	8	NPR = 5*2*8	80
Filtros de mangas	Desajuste de abrazaderas	10	8	9	NPR = 5*2*9	90
	Desgaste de los filtros de manga	7	8	10	NPR = 5*1*7	35
Canastillas	Ruptura de Canastilla	10	7	9	NPR = 5*1*9	45
Caliastillas	Desajuste de Canastilla	10	7	9	NPR = 7*1*9	63
Flauta	Deformación del agujero por donde se inyecta el aire comprimido	10	8	9	NPR = 8*1*7	56
Venturis	Perforación del Venturis	10	9	8	NPR = 8*1*7	56
Válvula rotatoria	Paso directo de mineral fino a la casa de manga	10	8	9	NPR = 5*2*7	70
Acoples	Desalineación de acoples	6	5	6	NPR = 5*2*4	40
Motores, chumaceras y rodamientos	Aumento de temperatura	5	5	5	NPR = 5*2*4	40
Deficiencia de mano de obra	Desajuste del conjunto filtro de mangas- Canastillas	10	7	8	NPR = 7*2*7	98
Deficiencia de mano de obra	Calibraciones no aplicadas a equipos	5	5	4	-	-
Aumento de amperaje	Bajo rendimiento de motores	5	5	1	-	-
Manómetro	Atasco de la aguja	1	1	1	-	-

APÉNDICE C

Promedio de los niveles de prioridad de riesgo (NPR) Promedio de nivel de prioridad de riesgo

Para el cálculo del promedio del nivel de prioridad de riesgo se utilizó la ecuación de promedio el cual consisten en la sumatoria de los valores de NPR entre el numero de NPR.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum NPR}{N^{\circ} de NPR}$$
(B.1)

Donde,

P= Promedio del nivel de prioridad de riesgo.

 $\sum NPR$ = Sumatoria de los niveles de prioridad de riesgo.

Nº de NPR= Numero de nivel de prioridad de riesgo.

Se tomará como apoyos para el cálculo del promedio los nombres, la designación, modos de fallas, índice de gravedad (G), probabilidad de ocurrencia (O), probabilidad de no detención (D) y niveles de prioridad de riesgo (NPR) de los componentes que fallan en el sistema de desempolvado y se denotan en las Tablas C.1,

C.2

y

C.3

Tabla C.1 Datos del componente o condición A.

Designación	Nombre de componente	Modo de falla	G	О	D	NPR
		Filtros agujerados	10	9	8	720
A	Filtro de manga	Desajuste de abrazaderas	10	8	9	720
		Desgaste de los filtros de manga	7	8	10	560
			Σ	NPR		200
			N°	de NP	R	3

Resultados:

- $\sum NPR = (720 + 720 + 560)$
- $\sum NPR = 2000$
- N^o de NPR = 3

$$P = \frac{2000}{3}$$

$$P = 666,666$$

$$P\cong 667$$

Tabla C.2 Datos del componente o condición B.

Designación	Nombre de	Modo de falla	G	О	D]
-------------	-----------	---------------	---	---	---	---

	componente					PR
В	Canastillas	Ruptura de Canastilla	10	7	9	30
5		Desajuste de Canastilla	10	7	9	30
			Σ	NPR		260
			Nº de NPR			,

Resultado:

- $\sum NPR = (630+630)$
- $\sum NPR = 1260$
- $N^o de NPR = 2$

$$P = \frac{1260}{2}$$

$$P = 630$$

Tabla C.3 Datos del componente o condición F.

Designación	Nombre de componente			О	D	NPR
Н	Deficiencia de	Desajuste del conjunto filtro de mangas- Canastillas	10	7	8	560
	Mano de obra	Calibraciones no aplicadas a equipos	5	5	4	100
			2	NPR		660
			N°	de NF	PR	2

Resultado:

- $\sum NPR = (560+100)$
- $\sum NPR = 660$
- $N^o de NPR = 2$

$$P = \frac{660}{2}$$

$$P = 330$$

En la Tabla C.4 se muestran los resultados de los promedios de los niveles de prioridad de riesgo de las designaciones A, B y F.

Tabla C.4 Promedio de los niveles de prioridad de riesgo.

Designación	Componente o Condición	Nuevo NPR
A	Filtro de manga	667
В	Canastillas	630
Н	Deficiencia de mano de obra	330

APÉNDICE D

Promedio de la inflación para los períodos 2010-2014 Promedio de la inflación

Para el cálculo del promedio de la inflación para los períodos 2010-2014 se utilizó la ecuación de promedio y los valores de las tasas de inflación de los últimos 5 años, es decir, desde 2005 hasta 2009.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$p = \frac{\sum tasas \ de \ inflaccion}{N^{0} \ de \ tasas \ de \ inflaccion}$$
(C.1)

Donde:

P= Promedio de la tasa de inflación.

∑tasas de inflación= Sumatoria de las tasas de inflación de períodos anteriores.

Nº de tasas de inflación = Numero de tasas de inflación de periodos anteriores.

Para el cálculo de la proyección del promedio de las tasas de inflación para los períodos 2010-2014 se utilizo como muestra representativa, el cierre de las tasas de inflación de los últimos 5 años según el Banco Central De Venezuela (BCV) y se denotan en la tabla D.1.

Tabla D.1 Tasas de inflación de los períodos 2005-2009.

Años	Tasa de
Allos	Inflación
2005	14,36%
2006	16,98%
2007	22,46%
2008	30,05%
2009	26%
∑tasa de inflación	109,85%
Nº de tasas de inflación	5

Resultados:

- \sum tasa de inflación= (14,36+16,98+22,46+30,05+26)
- \(\sum_{tasa de inflaci\u00e9n} = 109,85\)
- Nº de tasas de inflación= 5

$$P = \frac{109,85}{5}$$

$$P = 21,97\%$$

La proyección del promedio de la inflación para los períodos 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 es de 22% fundamentado por las tasas de inflación de años anteriores según el Banco Central De Venezuela (BCV).

APÉNDICE E

Costos de fabricación de Pella según estimaciones de producción

Tabla E.1 Proyección de los costos de fabricación de la Pella para el año 2010.

Costos de Fabricación de la Pella:	Costo unitario U\$/Ton	Producción 2010 (Ton)	Costo Total unitario Bsf.
Costos de materia prima:			
Mineral de Hierro	67	3.664.528	Bs 1.055.750.516,80
Finos y subproductos de Hierro	0,5	3.664.528	Bs 7.878.735,20
Carburante	3,3	3.664.528	Bs 51.999.652,32
Fundentes (Alcotc1)	1,1	3.664.528	Bs 17.333.217,44
Costos de transformación de variables:		3.664.528	
Costos de materiales y repuestos	3,9	3.664.528	Bs 61.454.134,56
Gas natural distribuido	0,5	3.664.528	Bs 7.878.735,20
Electricidad distribuida	1,9	3.664.528	Bs 29.939.193,76
Transporte de MP distribuida	1,9	3.664.528	Bs 29.939.193,76
Otros servicios variables (agua potable)	0,3	3.664.528	Bs 4.727.241,12
Costo de transformación semifijos:		3.664.528	
Mano de obra propia	0,9	3.664.528	Bs 14.181.723,36
Mano de obra general de planta	0,5	3.664.528	Bs 7.878.735,20
Mantenimiento distribuido	9,2	3.664.528	Bs 144.968.727,68
Otros servicios semifijos	4,5	3.664.528	Bs 70.908.616,80
Reserva parada extraordinaria	0,1	3.664.528	Bs 1.575.747,04
Total de costo de fabricación de Pellas			Bs 1.506.414.170,24

Tabla E.2 Proyección de los costos de fabricación de la Pella para el año 2011.

Costos de Fabricación de la Pella:	Costo unitario U\$/Ton	Producción 2011 (Ton)	Costo Total unitario Bsf.
Costos de materia prima:			
Mineral de Hierro	81,74	7.702.968	Bs 2.707.454.598,58
Finos y subproductos de Hierro	0,61	7.702.968	Bs 20.204.885,06
Carburante	4,02	7.702.968	Bs 133.153.504,85
Fundentes (Alcotc1)	1,34	7.702.968	Bs 44.384.501,62
Costos de transformación de variables:		7.702.968	
Costos de materiales y repuestos	4,7	7.702.968	Bs 155.676.983,28
Gas natural distribuido	0,61	7.702.968	Bs 20.204.885,06
Electricidad distribuida	2,3	7.702.968	Bs 76.182.353,52
Transporte de MP distribuida	2,07	7.702.968	Bs 68.564.118,17
Otros servicios variables (agua potable)	0,36	7.702.968	Bs 11.924.194,46
Costo de transformación semifijos:		7.702.968	
Mano de obra propia	1,09	7.702.968	Bs 36.103.811,02
Mano de obra general de planta	0,61	7.702.968	Bs 20.204.885,06
Mantenimiento distribuido	11,22	7.702.968	Bs 371.637.394,13
Otros servicios semifijos	5,49	7.702.968	Bs 181.843.965,58
Reserva parada extraordinaria	0,12	7.702.968	Bs 3.974.731,49
Total de costo de fabricación de Pellas			Bs 3.851.514.811,87

Tabla E.3 Proyección de los costos de fabricación de la Pella para el año 2012.

Costos de Fabricación de la Pella:	Costo unitario U\$/Ton	Producción 2012 (Ton)	Costo Total unitario Bsf.
Costos de materia prima:		, ,	
Mineral de Hierro	99,72	7.519.990	Bs 3.224.541.632,04
Finos y subproductos de Hierro	0,74	7.519.990	Bs 23.928.608,18
Carburante	4,9	7.519.990	Bs 158.446.189,30
Fundentes (Alcotc1)	1,5	7.519.990	Bs 48.503.935,50
Costos de transformación de variables:		7.519.990	
Costos de materiales y repuestos	5,7	7.519.990	Bs 184.314.954,90
Gas natural distribuido	0,74	7.519.990	Bs 23.928.608,18
Electricidad distribuida	2,8	7.519.990	Bs 90.540.679,60
Transporte de MP distribuida	2,52	7.519.990	Bs 81.486.611,64
Otros servicios variables (agua potable)	0,43	7.519.990	Bs 13.904.461,51
Costo de transformación semifijos:		7.519.990	
Mano de obra propia	1,32	7.519.990	Bs 42.683.463,24
Mano de obra general de planta	0,74	7.519.990	Bs 23.928.608,18
Mantenimiento distribuido	13,68	7.519.990	Bs 442.355.891,76
Otros servicios semifijos	6,69	7.519.990	Bs 216.327.552,33
Reserva parada extraordinaria	0,14	7.519.990	Bs 4.527.033,98
Total de costo de fabricación de Pellas			Bs 4.579.418.230.34

Tabla E.4 Proyección de los costos de fabricación de la Pella para el año 2013.

Costos de Fabricación de la Pella:	Costo unitario U\$/Ton	Producción 2013 (Ton)	Costo Total unitario Bsf.
Costos de materia prima:			
Mineral de Hierro	121,65	7.702.968	Bs 4.029.384.045,96
Finos y subproductos de Hierro	0,9	7.702.968	Bs 29.810.486,16
Carburante	5,9	7.702.968	Bs 195.424.298,16
Fundentes (Alcotc1)	1,8	7.702.968	Bs 59.620.972,32
Costos de transformación de variables:		7.702.968	
Costos de materiales y repuestos	6,9	7.702.968	Bs 228.547.060,56
Gas natural distribuido	0,99	7.702.968	Bs 32.791.534,78
Electricidad distribuida	3,4	7.702.968	Bs 112.617.392,16
Transporte de MP distribuida	3,1	7.702.968	Bs 102.680.563,44
Otros servicios variables (agua potable)	0,52	7.702.968	Bs 17.223.836,45
Costo de transformación semifijos:		7.702.968	
Mano de obra propia	1,61	7.702.968	Bs 53.327.647,46
Mano de obra general de planta	0,9	7.702.968	Bs 29.810.486,16
Mantenimiento distribuido	16,68	7.702.968	Bs 552.487.676,83
Otros servicios semifijos	8,16	7.702.968	Bs 270.281.741,18
Reserva parada extraordinaria	0,17	7.702.968	Bs 5.630.869,61
Total de costo de fabricación de Pellas			Bs 5.719.638.611,23

Tabla E.5 Proyección de los costos de fabricación de la Pella para el año 2014.

Costos de Fabricación de la Pella:	Costo unitario U\$/Ton	Producción 2014 (Ton)	Costo Total unitario Bsf.
Costos de materia prima:			
Mineral de Hierro	148,42	7.497.118	Bs 4.784.705.690,31
Finos y subproductos de Hierro	1,9	7.497.118	Bs 61.251.454,06
Carburante	7,1	7.497.118	Bs 228.887.012,54
Fundentes (Alcotc1)	2,1	7.497.118	Bs 67.698.975,54
Costos de transformación de variables:		7.497.118	
Costos de materiales y repuestos	8,41	7.497.118	Bs 271.118.278,23
Gas natural distribuido	1,09	7.497.118	Bs 35.138.992,07
Electricidad distribuida	4,41	7.497.118	Bs 142.167.848,63
Transporte de MP distribuida	3,7	7.497.118	Bs 119.279.147,38
Otros servicios variables (agua potable)	0,62	7.497.118	Bs 19.987.316,59
Costo de transformación semifijos:		7.497.118	
Mano de obra propia	1,96	7.497.118	Bs 63.185.710,50
Mano de obra general de planta	1,09	7.497.118	Bs 35.138.992,07
Mantenimiento distribuido	20,34	7.497.118	Bs 655.712.934,52
Otros servicios semifijos	9,95	7.497.118	Bs 320.764.193,63
Reserva parada extraordinaria	0,2	7.497.118	Bs 6.447.521,48
Total de costo de fabricación de Pellas			Bs 6.811.484.067,55

APÉNDICE F

Calculo de VPN y CAUE F.1 Valor Presente Neto

El método de valor presente neto (VPN) para evaluación de alternativas es muy frecuentemente ya que futuros ingresos o gastos de una empresa cualquiera son transformados en dinero equivalente de hoy. En la evaluación económica para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 se empleo esta fórmula para determinar cual proveedor de servicios industriales del mercado es más beneficioso económicamente para la empresa.

La forma general de representación es:

$$VPN = -p + \frac{FEC_1}{(1+i)^1} + \frac{FEC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEC_n}{(1+i)^n}$$
 (F.1)

Donde:

FEC= Representa los flujos efectivo de caja en cada periodo n.

p= Es el valor del desembolso inicial de la inversión en el año cero.

i= Tasa de interés referencial.

n= Años del estudio.

F.1.1 Alternativa Nº 1

A continuación se presenta la formula de VPN aplicada a la alternativa Nº 1 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A.

Resultados:

$$p = 871.493,0$$
 (Bsf.)

i = 30%

n=5

$$VPN = -871.493.0 + \frac{37.918.822.3}{(1+30\%)^1} + \frac{108.888.845.2}{(1+30\%)^2} + \frac{137.404.797.5}{(1+30\%)^3}$$

$$VPN = \frac{174.592.144,3}{(1+30\%)^4} + \frac{187.102.772,2}{(1+30\%)^5}$$

$$VPN = 221.275.277,4$$
 (Bsf.)

F.1.2 Alternativa N° 2

Ahora se presenta la formula de VPN aplicada a la alternativa Nº 2 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales SIVECA C.A

Resultados:

$$p = 1.455.784,6$$
 (Bsf.)

i = 30%

$$n=5$$

$$VPN = -1.455.784,60 + \frac{37.918.822,3}{(1+30\%)^{1}} + \frac{108.888.845,2}{(1+30\%)^{2}} + \frac{137.404.797,5}{(1+30\%)^{3}}$$

$$VPN = \frac{174.592.144,3}{(1+30\%)^4} + \frac{187.102.772,2}{(1+30\%)^5}$$

$$VPN = 220.690.985,5$$
 (Bsf.)

F.1.3 Alternativa N° 3

Y finalmente se presenta la formula de VPN aplicada a la alternativa N° 3 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales MG Servicios C.A.

Resultados:

$$p = 279.048.921,7$$
 (Bsf.)

$$i = 30\%$$

$$n=5$$

$$VPN = -2.942.038,50 + \frac{37.918.822,3}{(1+30\%)^{1}} + \frac{108.888.845,2}{(1+30\%)^{2}} + \frac{137.404.797,5}{(1+30\%)^{3}}$$

$$VPN = \frac{174.592.144,3}{(1+30\%)^4} + \frac{187.102.772,2}{(1+30\%)^5}$$

VPN = 219.204.731,9 (Bsf.)

F.2 Costo anual uniforme equivalente CAUE

El método que utiliza el índice CAUE, consiste en convertir todos los ingresos y egresos en una serie de pagos uniforme.

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$CAUE = VP (A/P, i, n) (F.2)$$

Donde:

VP = Valor presente.

A/P = Factor de interés.

i =Tasa de interés.

n =Años del estudio.

F.2.1 Alternativa Nº 1

A continuación se muestra la ecuación del CAUE aplicada a la alternativa Nº 1 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A.

Resultados:

i = 30%

n=5 Años

$$CAUE = 221.275.277,4 \left(\frac{30\% (1 + 30\%)^5}{(1 + 30\%)^5 - 1} \right) = 90.851.424,6 \text{ (Bsf.)}$$

F.2.2 Alternativa N° 2

Ahora se muestra la ecuación del CAUE aplicada a la alternativa Nº 2 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales SIVECA C.A.

Resultados:

i = 30%

n=5 Años

CAUE = 220.690.985,5
$$\left(\frac{30\% (1+30\%)^5}{(1+30\%)^5-1}\right)$$
 = 90.611.525,6 (Bsf.)

F.2.3 Alternativa N° 3

Y finalmente se muestra la ecuación del CAUE aplicada a la alternativa Nº 3 para la modernización del sistema de desempolvado AB/BB-6006 mediante la empresa de servicios industriales MG Servicios C.A.

Resultados:

i = 30%

n=5 Años

$$CAUE = 219.204.731,9 \left(\frac{30\% (1 + 30\%)^5}{(1 + 30\%)^5 - 1} \right) = 90.001.298,0 \text{ (Bsf.)}$$

APÉNDICE G

Cotización de Empresas de Servicios Industriales

G.1 Cotización empresa de servicios industriales INGEMERCA C.A.



Señores:

SIDOR C.A., Zona Industrial Matanzas

Puerto Ordaz, 10 de

Marzo de2.010

Ciudad Guayana, Estado Bolívar

ATENCIÓN: Ing. Omar Medina

REF: Colector de Polvo B

6006

COTIZACION: 717068

SOL: Vía e-mail.

Estimados Señores:

Nos es grato someter a su consideración, nuestra oferta por la Modernización (Conversión sistema SNAP BAND) del Colector de Polvo B 6006 perteneciente a la Zona de Peletización de Planta de Pellas, SIDOR.

PROPUESTA DEL SISTEMA DE ASPIRACION DE POLVOS CON COLECTORES DEL TIPO PULSE-JET.

Alcance de la Obra:

Consiste en la Modernización del Colector de Polvo B 6006 de Peletización, Planta de Pellas cuyas actividades se mencionan a continuación:

- 1. Desarmado de Colector de Polvo en Sitio. Esta actividad consiste en la remoción de la cámara limpia existente y todos los componentes y partes asociados al colector (Mangas, Canastillos, válvulas entre otros).
- 2. Fabricación de cámara limpia con compuertas superiores para conversión a Sistema de fijación **SNAP BAND**.
- 3. Fabricación de Placa espejo según Modernización a Sistema **SNAP BAND.**
- 4. Adecuación del Colector de Polvo, la cual consiste en reforzar la estructura del mismo con perfiles y pletinas para obtener un equipo más robusto así como la fabricación de una extensión de 1,0 m de longitud de la cámara sucia para admitir la nueva dimensión de la manga. Se incluye la limpieza, fondeado y pintura de dicha estructura.
- 5. Armado del colector de polvo. Esta actividad incluye instalación (Mecánica y eléctrica) de todos los componentes y partes asociados a este equipo las cuales serán suministrados por INGEMERCA tales como, mangas, canastillos partidos con venturis incorporado de 3", V, válvulas de diafragma 1 ½" pilotadas con bobina incorporada, válvulas de paso 1 ½", válvula de purga automática, empacaduras de goma, tubería conduit, uniones dresser, pulmón de aire nuevo de diámetro 8" con 15 salidas, abrazaderas, niples roscados, flautas de 1 ½", accesorios de tubería, tubería flexible y tablero de control completo el cual incluye manómetro de presión diferencial, tarjeta secuencial de dieciséis (16) pulsos.

- 6. Integración de la válvula rotatoria para descarga de mineral fino al silo, la instalación incluye los equipos como motor, acoples.
 - 7. Prueba y puesta en marcha del colector B 6006.

Notas Importantes:

Sidor suministrará la energía eléctrica a pie de equipo.

Sidor suministrará los equipos de izamiento requeridos para elevar hasta el sitio de ubicación del colector la cámara limpia y sus accesorios.

• Sidor se compromete a realizar mantenimiento de motor eléctrico y de los componentes mecánicos del ventilador existente (**Megado, cambio de rodamiento, sellos)** para garantizar el funcionamiento óptimo de este equipo.

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS:

1.- COLECTOR DE POLVO.

Lo siguiente es una descripción de cada componente incluido en esta cotización. Cada componente proporcionado por INGEMERCA, es sujeto a inspecciones para asegurar su calidad de fabricación. El diseño del equipo es basado en nuestra extensa experiencia en la tecnología PULSE JET, proporcionando confiabilidad y alta eficiencia de filtración por medio de un solo proveedor.

EMSAMBLE DE COMPONENTES EN NUESTRA FÁBRICA:

Los equipos de INGEMERCA son entregados con la mayoría de los componentes preensamblados en nuestra fábrica para reducir el tiempo y los costos de instalación.

CONTROL DE PULSACION BASADO EN AP:

El control de pulsación mide la presión diferencial a través de la tela de filtración y activa la pulsación únicamente cuando necesita limpiar. Esto manteniendo una capa de polvo adecuada en los filtros y reduce el consumo de aire comprimido.

En el mismo tablero está incorporado un selector de dos posiciones para trabajar de forma continua si fuese necesario.

SISTEMA DE LIMPIEZA PULSE-JET:

El sistema PULSE-JET dirige un golpe de aire comprimido al centro de cada filtro creando un sacudido en la bolsa que eficientemente desaloja el material de la tela. Este sistema neumático de limpieza permite la más alta confiabilidad y capacidad de filtración por área de tela.

VALVULAS DE PULSACION DE DIAFRAGMA DE 1 1/2" MARCA GOYEN

La capacidad de pulsación de este tipo de Válvulas resulta en la reducción de la frecuencia de limpieza para limpiar efectivamente. Esto resulta en ahorros de aire comprimido y larga duración de los filtros.

CABEZAL DE AIRE COMPRIMIDO:

El cabezal de aire es preensamblado para simplificar su instalación y reducir la posibilidad de fugas. El equipo es probado a presión en la fábrica para asegurar su funcionamiento.

VALVULA DE PURGA AUTOMATICA MARCA GOYEN

Cada cabezal de aire comprimido incluye una Válvula de purga automática de 7 mm (1/4") para reducir la cantidad de humedad en el aire comprimido, evitando

corrosión y daños al material de filtración. La Válvula es colocada en la parte inferior del cabezal y es activada automáticamente por el control de pulsación.

FLAUTAS DE 1 1/2"

Las flautas de INGEMERCA, son diseñadas para instalarse sin el uso de herramientas y son fabricadas usando maquinarias especiales para asegurar el alineamiento preciso con el centro de los filtros.

VALVULA ROTATORIA

La válvula rotatoria es instalada permitiendo el asiento de polvo para controlar y regular la descarga de mineral fino al silo, posee 30 cm de largo y 50 cm de diámetro. Contiene un Moto-reductor integrado tipo LKM 308 con potencia de 0.63 Kw y velocidad de 23 rpm.

DISEÑO SNAPBAND DE REMOVIMIENTO SUPERIOR.

Este diseño permite fácil instalación de las bolsas y canastillas por la parte limpia del colector sin el uso de sellos o herramientas especiales.

El ensamble superior de la canastilla protege el fleje Snap band de la bolsa filtro, durante el acceso de personal de mantenimiento.

TEXTILES.

POLYESTER DE 16 oz/yd²

El fieltro de poliéster de 16 oz/yd² de densidad con acabado glaseado por la cara externa. Esto optimiza la eficiencia de filtración y permite que la bolsa recupere

su permeabilidad. Cosidos triples en las uniones verticales junto con puntadas overlock del disco inferior reducen la posibilidad de fugas o fallas en los tejidos.

CANASTILLAS DE ALAMBRON DE CALIBRE 11:

La construcción robusta de las canastillas de alambrón reduce la posibilidad de daños durante su instalación y cuentan con acabado galvanizado final para resistir la corrosión. La parte superior es de diseño que protege el fleje de la bolsa e incorpora un venturis integrado para reducir el tiempo de instalación. El disco inferior incluye orillas redondeadas para evitar desgastes prematuros en las bolsas.

MODULO COMPLETAMENTE SOLDADO:

La unidad es diseñada y fabricada con uniones soldadas para asegurar su operación hermética y larga duración el cuerpo del colector incluye los refuerzos necesarios para soportar los esfuerzos operacionales. La unidad tendrá un tratamiento químico superficial, fondo y acabado con pintura sintética industrial para protegerlo de la corrosión.

FABRICACION PRECISA DE PLACA ESPEJO

La Placa Espejo es construida de acero al carbón de 5 mm y es reforzada para resistir pandeo durante su fabricación y operación. La Placa Espejo será herméticamente fijada al cuerpo del Colector.

PASARELAS, ESCALERAS Y BARANDAS

Los Colectores de Polvo fabricados por INGEMERCA, poseen un pasillo de servicio que facilitan los trabajos de mantenimiento y montaje, a demás cuenta con una escalera que permite el acceso al pasillo y a la parte superior del equipo por donde son instaladas las Mangas.

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN
		Mangas de Poliéster con Sistema de fijación Snap-
1	160	Band de 16 oz. Largo 3.500 mm y diámetro 160
		mm.

Ε

I equipo cuenta con barandas de protección en el pasillo de servicio y en el techo, con la finalidad de brindar al personal que tenga que intervenir el equipo la seguridad suficiente.

PUERTAS DE ACCESO SUPERIORES

Las puertas de acceso de INGEMERCA, son Construidas de placa de 3.2 mm (1/8"). Las puertas son aseguradas con manijas ajustables sobre sellos de goma de caucho Linatex para asegurar la operación herméticamente del Colector.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

El manual será proporcionado para la instalación, arranque y mantenimiento adecuado del colector, INGEMERCA también tiene técnicos las 24 horas para asistencia técnica en español, en caso de ser necesario.

Renglón: # 1 MODERNIZACIÓN DE COLECTOR B.6006 A SISTEMA SNAP BAND Y SUIMINSTRO DE TODOS SUS COMPONENTES PARA ZONA DE PELETIZACIÓN

	1	Canastillos partidos con venturis incluido y sistema
2	60	de fijación Snap-Band.
3	1	Válvulas de diafragma de 1 1/2" marca Goyen.
	6	
4	1	Pulmón con salidas de 1 ½" y válvula de purga
		marca Goyen.
		Cámara limpia fabricada en acero al carbono
5	1	comercial de 3/16" con puertas y refuerzos
		totalmente pintada con fondo y acabado industrial
		sintético.
6	1	Flautas de diámetro 1 ½" y quince salidas.
	6	
7	1	Placa espejo construida en lámina de 3/16" con
		acabado y fondo industrial sintético.
8	1	Caja nema IV, marca Goyen con 7 válvulas
		solenoides.
9	1	Caja nema IV, marca Goyen con 8 válvulas
		solenoides.
		Adecuación de estructura de Colector. Incluye
1	_	colocación de refuerzos para darle mayor rigidez a la
0	1	estructura y la fabricación de extensión de 1,2 m de
		la cámara sucia para admitir la nueva dimensión de la
4		manga (longitud).
1	1	Preparador de aire comprimido.
1		W(1 1
1		Válvula rotatoria de 30cm de largo y 50cm de
2	1	diámetro. Incluye motor-reductor integrado tipo
		LKM 308 con potencia de 0.63 Kw y velocidad de 23

rpm.	
------	--

ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR B.6006

Las siguientes especificaciones son basadas en la información proporcionada por el cliente y el resultado de los cálculos efectuados por **INGEMERCA**, **C.A.**

Material de Filtración	Poliéster, 16 Oz	Poliéster, 16 Oz
Números de Filtros	160	160
Números de Hileras	16	16
Temperatura Máxima	212 ºF	100 °C
Volumen de Aire	10.590 PCM	18.000 M ³ /h
Diámetro del Filtro	6 1/8"	155,57 mm
Longitud del Filtro	12,33'	3,75 m
Área de Filtrado	2.076 PIE ²	192 M ²
Relación de Filtrado	5.09 PCM/PIE ²	1,56 M ³ /MIN/M ²

Velocidad de ascenso	217 PPM	66,15 M/min
Placa de Modulo	3/16"	5 mm
Presión de Diseño	14" W.C	350 mm W.C
Placa de espejo	3/16"	5 mm
Largo del equipo	142,91 " (Existente)	3.630 mm (Existente)
Ancho del equipo	70,87 " (Existente)	1.800 mm (Existente)
Alto del equipo	248 "	6.300 mm

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA:

Para la operación del sistema propuesto, requerimos que la Planta nos proporcione para el equipo lo siguiente:

- Energía eléctrica a 440V/ 3F/60Htz.
- Alimentación de aire con 25 cm, con una presión de 90 p.s.i., limpio seco y regulado.

VENTAJAS COMPARATIVAS DEL SISTEMA PROPUESTO

- 8. Sistemas con la más alta tecnología existente en el mercado.
- 9. Equipos con la más alta calidad en sus partes y diseño, evitando el reemplazo de partes prematuro (partes garantizadas por un año, en operación bajo condiciones normales).
 - 10. Garantía INGEMERCA.
 - 11. Servicio de mantenimiento preventivo anual con cargo para el cliente.

- 12. Curso de entrenamiento al personal, en la operación y mantenimiento del equipo en su Planta.
 - 13. Garantía de repuestos.
- 14. Entrega de manuales de mantenimiento y operación y planos en papel y archivo electrónico.

TÉRMINOS DE LA OFERTA:

COTIZACIÓN

Modernización de Colector de Polvo B.6006 a Sistema SNAP BAND						
Renglón	Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total		
01	01	DESARMADO DE COLECTOR DE	16.572,02	16.572,02		
01	01	POLVO B. 6006 EXISTENTE.	10.572,02	10.37 2,02		
		SUMINISTRO DE CAMARA				
		LIMPIA TOTALMENTE ARMADA				
		CON PLACA ESPEJO, MANGAS				
		Y CANASTILLOS PARA				
		COLECTOR B.6006 Y DE OTROS		311.279.12		
		EQUIPOS Y COMPONENTES				
		ASOCIADOS AL SISTEMA DE				
02	01	CONTROL AMBIENTAL COMO	311.279,12			
V		VÁLVULAS DE DIAFRAGMA,		,		
		VÁLVULA DE PURGA		İ		
		AUTOMATICA, VÁLVULAS DE				
	F	BOLA DE 1 1/2", VALVULA				
		ROTATORTIA INCLUYENDO				
		MOTOR REDUCTOR TIPO LKM				
		308, PULMÓN DE AIRE DIAM. 8",				
		FLAUTAS DE 1/12", TABLERO				

		TOTAL	GENERAL	389.059,43
04	01	PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA DEL COLECTOR B6.006	5.952,17	5.952,17
03	01	REPARACION Y REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA, LIMPIEZA, FONDEADO Y PINTURA	55.256,11	55.256,11
		ADECUACIÓN DE ESTRUCTURA COLECTOR B. 6006, INCLUYE		
		SECUENCIAL DE PULSO		
		DIFERENCIAL Y TARJETA		
		MANOMETRO DE PRESIÓN		
		PARA MANDO MANUAL Y REMOTO PROVISTO DE		
		DE CONTROL CON SELECTOR		

Tiempo de Entrega: Suministro de equipos en Planta: 60 días hábiles.

Después de recibida la orden de compra.

Forma de Pago: Crédito 30 días, cuyo pago se realizará mediante valuaciones de servicio parciales según los avances del trabajo.

Validez de la Oferta: 15 días.

No incluye el impuesto al valor agregado.

Sin más a que hacer referencia

Atentamente.

Gabriel Alves Santos

.



FECHA: 11/03/2010

PRESUPUESTO SP-015/2010

Señores

SIDOR, C.A. - ALFREDO MANEIRO.

DEPTO COMPRAS Y SERVICIOS.

REF: RPE-PYM--SD-MSP032

Puerto Ordaz - Edo. Bolivar

PROYECTO: Modernización de Colector de Polvo BG 6006. - Preparación y Moliendas - Planta de Pellas.

ITEM	DESCRIPCION DEL ITEM	UND	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
01	Suministro de Materiales, Consumibles y Mano de Obra Necasarios para Realizar los Trabajos de: Modernización de Colector de Polvo BG 6006.	SG	1,00	649.902,95	649.902,95
	Alcance del Trabajo:				
	1 Desmontaje Parcial Sistema Existente.				
	2 Suministro y Fabricación de Camara Limpia y Placa Espejo.				
	3 Extender Camara Sucia para Alojar Nueva Disposición de Mangas.				
	4 Reforzar Estructura Existente.				
	5 Instalación de Sistema Snap Band, Compuesto por: Mangas, Canastillos, Valvula de Diafragma I 1/2" Goyen, Pulmon y Vavula de Purga Goyen, Flautas 1 1/2", Sist. Electrico, Valvula Rotatoria Incluye Motor reductor, Sist. Pulset Jet, Ect.				
	6 Limpieza y Pintura del Equipo.				
	7 Pruebas en Vacio y con carga.				
	CONDICIONES GENERALES:				
	A SIVECA, Suministrara:				
	1 Equipos Moviles.				
	2 Andamios y Escaleras.				
	3 Servicio Topografico.				
	4 Todos los Materiales Incorporados a la Obra, como:Acero A 36 (Planchas y Perfiles), Grating, Tornilleria, Sandblasting y Pintura, ect.				
	 Mangas, Canastillos, Valvula de Diafragma! 1/2" Goyen, Pulmon y Vavula de Purga Goyen, Flautas 1 1/2", Sist. Electrico, Valvula Rotatoria Incluye Motor reductor, Sist. Pulset Jet, Ect. 				
	CONDICIONES DE CONTRATACION: 1 - Forma de Pago: (30) Días.				
	2 Tiempo de Éjecución: El Estipulado por Sidor,c.a.				
	3 Validez de la Oferta: Hasta la Firma del Contrato				
	p. Value 2 de la Cierta. Trasta la Fillita del Contrato			ITO TOTAL	640,002,05

FREDDY RIVAS
DIRECTOR TECNICO.

SIVECA Servicios industriaios Venezolanos, C.A RIF: J-09503615-4
 MONTO TOTAL
 649.902,95

 IVA 12%
 77.988,35

 MONTO OFERTA
 727.891,31

Dpto. Técnico. B.L

Archivo> SP 015 2010 - Modernización de Colector Polvo BG 6006 - Planta de Pellas.xls



FECHA: 18/03/2010

PRESUPUESTO SP - 015/2010

ITEM: 10

CLIENTE: SIDOR, C.A. - ALFREDO MANEIRO.

PROYECTO: Modernización de Colector de Polvo BG 6006. - Preparación y Moliendas - Planta de Pellas.
Suministro de Materiales, Consumibles y Mano de Obra Necasarios para Realizar los Trabajos de: Modernización de Colector de Polvo BG 6006.

CANTIDAD =	1,0		SG	Rendimiento:	0,10 S	G	
			MATERIAL	LES			
Descripción	Und.		Cantidad	Precio Unitario	Total	Costo * SG	%
Planchas y Perfiles Acero A 36	Kg		4.500,00	9,50	42.750,00		
Oxigeno	Cil		40,00	110,00	4.400,00		
Propano	Cil		10,00	25,00	250,00		
Disco Esmeril	cu		60,00	25,00	1.500,00		
Pintura Fondo Alquidico	Gal		65,00	245,00	15.925,00		
Pintura Acavado Alquidico	Gal		60,00	245,00	14.700,00		
Solvente	Gal		23,00	65,00	1.495,00		
Tornilleria	sg		1,00	5.000,00	5.000,00		
Sistema Snap Band.	sg		1,00	326.842,95	326.842,95		
nsumos Varios	sg		1,00	2.000,00	2.000,00		
Nariceras	Kg		720,00	5,00	3.600,00		
					0,00		
					418.462,95	418.462,95	64,39
Danaminalén	11	Dí	EQUIPO				
Descripción	Und.	Días	Cant. * Día	Costo * Día	Total		
Maquina de Soldar	c/u	1,00	2,00	60,00	120,00		
Esmeril	c/u	1,00	2,00	35,00	70,00		
Equipo Oxicorte	c/u	1,00	2,00	45,00	90,00		
Camion 350	c/u	1,00	1,00	250,00	250,00		
Fransporte de Personal	c/u	1,00	1,00	350,00	350,00		
Camion 750	c/u	0,20	1,00	200,00	40,00		
Herramientas Varias	c/u	1,00	1,00	600,00	600,00		
Equipo de Pintura	c/u	0,30	1,00	500,00	150,00		
Equipo de Sand Blasting	c/u	0,20	1,00	650,00	130,00		
					1.800,00	18.000,00	2,77
			MANO DE C				
Descripción	Und.	Días	Hombres	Costo * Día	Total		
Chofer	cu	1,00	1,00	60,38	60,38		
Capataz	cu	1,00	1,00	73,76	73,76		
Soldador	cu	1,00	2,00	66,65	133,31		
Fabricador	cu	1,00	2,00	66,65	133,31		
Montador	cu	1,00	6,00	66,65	399,92		
Electrico	cu	0,30	1,00	66,65	20,00		
Ayudante	Cu	1,00	4,00	53,15	212,60		
Supervisor	cu	0,20	1,00	110,00	22,00		
Seguridad industrial	cu	0,50	1,00	110,00	55,00		
	1				0,00		
	*				1.110,28	11.102,75	
XV	//			C.A.S.	398%	44.188,95	
Alla	1.18	\\\/ =	1/2/11	FOTAL M. OBRA		55.291,70	8,51
100000	JA D	UVL		SUB TOTAL "A"		491.754,65	
\/	Bervicios Ir	dustriales V		ADM.	18%	88.515,84	13,62
V	1	UF: J-0950:		SUB TOTAL "B"		580.270,49	
	1		F	JTILIDAD	12%	69.632,46	10,71
MONTO PARTIDA Bs:	649.	903		TOTAL P. UNIT	1-45 // (6/6/19)	649.902,95	100,00

DADTIDA.		DE PRECIOS				
PARTIDA:	1 FECHA:		2/2.010	UNIDAD:	C/U	
OBRA:			OLECTOR DE	T		
CLIENTE:		OR C.A		CANTIDAD	RENDIMIENTO	
DESCRIPCIÓN:	MODERNIZACIÓN DEL BG	COLECTOR 66006	DE POLVO	1	0,00481	
1 MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL	
ABRASIVOS		C/U	5	37,00	185,00	
ELECTRODOS 7	018 1/8"	Kg	40	22,00	880,00	
OXIGENO		CIL	5	175,00	875,00	
GAS PROPANO		CIL	1.25	54,00	67,50	
PINTURA DE FO	NDO	GL	5	114,00	570,00	
OINTURA ESMAI	TE	GL	3	122,00	366,00	
THINER		LT	8			
	COMPONENTES	C/U	1	38,00 435.746,56	304,00 435.746,56	
			TOTAL DE M	ATEREIALES	438.994,06	
			COST	O UNITARIO	DE MATERIALES	S 438.994,06 19,55%
2 EQUIPOS-HE	RRAMIENTAS					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		FACTOR	COSTO DIARIO	
MAQUINA DE SC		3,00	19.500,00	0,007692	449,98	
EQUIPO DE OXIG		3,00	5.700,00	0,015821	270,54	
HERRAMIENTAS	VARIAS	2,00	6.100,00	0,008060	98.33	
ESMERIL		2,00	1.900,00	0,042051	159,79	
SEÑORITAS-TIRI	FOR	4,00	5.000,00	0,016090	321,80	
EQUIPO DE PINT	OR	1,00	5.200,00	0,005845	30,39	
CAMION		1,00	180.800,00	0,003228	583.62	
TABLERO/ELECT	RICO 440/220/110V	1,00	3.500,00	0,050000	175,00	
			TOTAL	EQUIPO	2.089,46	
			С	OSTO UNITA	RIO DE EQUIPO	217.303,84 14,77%
3 MANO DE OB DESCRIPCIÓN	RA					
			CANTIDAD	JORNAL	COSTO DIARIC	
COORDINADOR			1,00	123,00	123,00	
SUPERVISOR			1,00	83,00	83,00	
TECNICO DE SE	GURIDAD		1,00	74,00	74,00	
FABRICADOR			2,00	66,00	132,00	
SOLDADOR			2,00	61,00	122,00	
MECANICO			8,00	55,00	440,00	
ELECTRICISTA			1,00	55,00	55,00	
CHOFER			1,00	51,00	51,00	
			TOTAL SA	ALARIOS	1.080,00	
MG SERVICIO	The state of the s				O DE SALARIOS	112.320,00
A HERRE				% CAS	254	204 242 20
REVISADO					351	394.243,20
G PERE			008100	NITAKIU WAI	NO DE OBRA	506.563,20 34,44%
	SUB-TOTAL A					1.162.861,10
			ADMON Y GA			174.429,16 11,86%
					TOTAL B	1.337.290,26
			IMPRE	VISTOS Y UT	ILIDAD 10	133.729,02 9,09%
				PRECIO UNI	TARIO	1.471.019,28 100%

MG SERVICIOS C.A

FECHA: 24/02/2.010

PRESUPUESTO Nº: MODERNIZACIÓN DE COLECTOR DE POLVO BG6006

OBRA: MODERNIZACIÓN DE COLECTOR DE POLVO BG6006

CLIENTE: SIIDOR C.A.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL RENGLON
1 MODERNIZACIÓN DE COLECTOR DE POLVO BG6006		C/U	1	1.471.019,28	1.471.019,28
				TOTAL	1.471.019,28
			IVA	12%	176.522,31
			TOTAL	GENERAL	1.647.541,59

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	Análisis técnico- Económico para el Sistema de Desempolvado en el Área de Preparación y Molienda SIDOR C.A. Ciudad Guayana- Estado Bolívar
Subtítulo	Estudio de Factibilidad

Autor(es)

Autor(es)			
Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail		
Coraspe Valdez María Gabriela	CVLAC	18.476.111	
	e-mail	coraspem@hotmail.com	
	e-mail		
	CVLAC	19.077.564	
Pimentel González Fresland	e-mail	Fresland@hotmail.com	
Antonio	e-mail		
	CVLAC		
	e-mail		
	e-mail		
	CVLAC		
	e-mail		
	e-mail		

Palabras o frases claves:

Sistema de Desempolvado	
Filtro de manga	
Polvos	
Ambiente	
Económico	
Técnico	
Venturis	

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
	Ingeniería Industrial
Departamento de Industrial	

Resumen (abstract):

El presente estudio tiene como objetivo fundamental realizar un análisis técnico-económico para el sistema de desempolvado AB/BB-6006 en el área de Preparación y Molienda, SIDOR C.A. Ciudad Guayana-Estado Bolívar, con el propósito de determinar si es viable para la gerencia invertir para la modernización de dicho equipo. La investigación es de tipo descriptiva y proyectiva, con diseño de documental y de campo. Las técnicas empleadas para recolectar los datos necesarios para la realización del estudio fueron: revisión documental, Observación directa y entrevistas no estructurada. Como parte del estudio técnico se aplico el método de modo y efecto de fallas, determinando los componentes o condiciones que Presentan fallas potenciales. Posteriormente se elaboró un estudio económico, a través centros de costo de la empresa, mostrando el aumento progresivo de los costos de mantenimiento que genera el sistema actual en el periodo comprendido entre el año 2005 al2009. El estudio económico se basó en la modernización del sistema de desempolvado mediante tres (3) alternativas y compararlo con los costos de mantenimiento del sistema actual, determinándose que la alternativa Nº 1 es la más factible económicamente en comparación con los costos de mantenimiento del sistema actual y en benéficos para la empresa ya que sus costos del VPN= Bsf. 221.275.277,4 y el CAUE= Bsf. 90.851.424,6 son mayores que los de la alternativa Nº 2 y alternativa Nº 3, VPN= Bsf. 220.690.985,8 CAUE= Bsf. 90.611.525,6 y VPN= Bsf. 219.204.731,9 CAUE= Bsf. 90.001.298,0 respectivamente. Se Determino que la inversión se recuperaría en un tiempo de nueve (9) días del primer mes del primer año después de la inversión; y finalmente se estimaron mejoras generales si se invierte en esta alternativa.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Continuationes:	1	
Apellidos y Nombres	ROL	. / Código CVLAC / e-mail
	ROL	CA AS TU X JU
Arciniegas Marilin	CVLAC	marilyncit@gmail.com
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA AS TU JU X
_,	CVLAC	
Páez liseth	e-mail	lisethpaez@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA AS TU JU X
	CVLAC	
Castellano Cesar	e-mail	cesarcastellano@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA AS TU JU
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2010	07	02

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Nombre de arc		Tipo MIM	
Tesis .Analisis To Economico.o		Application/m	isword
Alcance:			
Espacial:	Sidor	(Opcional)
Temporal:	10 Años	((Opcional)
ítulo o Grado asociado	o con el trabaj	o:	
IGENIERO INDUSTRIAL			
ivel Asociado con el T	rabajo: Pre	grado	
Area de Estudio:			
Departamento de Inge	eneria Industri	al	
institución(es) que ga	rantiza(n) el T	ítulo o grado:	
niversidad de Oriente (L	100)		

Derechos:		
	- 2	

(Dr		
2		
Condiciones bajo las cuales los	autores aceptan que el trabajo s	ea distribuído. La idea es
autores y/o la Universidad dindustriales.	electual de los realizadores del tra le Oriente que pudieran derivar	se de patentes comerc
Javie Couspe	Justo.	
AUTOR 1	AUTOR 2	AUTOR 3
AUTOR 1	AUTOR 2	AUTOR 3
AUTOR 1	AUTOR 4	AUTOR 3
AUTOR 1		AUTOR 3
AUTOR 1 Hovalin Animieges. TUTOR		AUTOR 3 Plagn JURADO 2