

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA ADQUISICIÓN,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE
SOLDADURA AUTOMÁTICA POR FRICCIÓN DE VARILLAS ANÓDICAS
EN CVG VENTALUM**

Tutor Académico

Ing. Iván Turmero M.Sc

Br. Víctor Sánchez

V-17.633.395

Tutor Industrial

Ing. Antonio Montaña M.Sc

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2013



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA ADQUISICIÓN,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE
SOLDADURA AUTOMÁTICA POR FRICCIÓN DE VARILLAS ANÓDICAS
EN CVG VENALUM**

U
N
E
X
P
O



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA ADQUISICIÓN,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE
SOLDADURA AUTOMÁTICA POR FRICCIÓN DE VARILLAS ANÓDICAS
EN CVG VENALUM**

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado de Puerto Ordaz, Como un requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Sánchez, Víctor

Ing. Antonio Montaña M.Sc
Tutor Industrial

Ing. Iván Turmero M.Sc
Tutor Académico

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2013



Sánchez Martínez Víctor Alfonso
Evaluación Técnico-Económica para la Adquisición, Instalación y Puesta en Marcha de una Máquina de Soldadura Automática por Fricción de Varillas Anódicas en CVG VENALUM

Páginas 169

Puerto Ordaz, Noviembre 2013.

Tesis de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"

Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial

Tutor Industrial: Ing. Antonio Montaña M.Sc

Tutor Académico: Ing. Iván Turmero M.Sc

Referencias Bibliográficas Pág. 117

Capítulos: Capítulo I. El Problema, Capítulo II. Generalidades de la Empresa, Capítulo III. Marco Teórico, Capítulo IV. Marco Metodológico, Capítulo V. Situación Actual, Capítulo VI. Situación Propuesta, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografías, Apéndices y Anexos.



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



CVG venalum

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a dios, por ser tan bueno y guiar mis pasos en todo momento para cumplir esta meta, por darme la vida, la familia que poseo y por hacerme una persona de bien.

A mis padres, Amalia Martínez y Víctor Sánchez, por los valores que me inculcaron y permitirme formarme académicamente.

A mis tutores, el Ing. Antonio Montaña y el Ing. Iván Turmero, por brindarme sus conocimientos y guiarme en la elaboración de mi informe de Tesis de Grado.

A mis compañeros de pasantía por su amistad y hacer de mi estadía una gran experiencia: Katherine Montero, Sarahi Almario, Nelson.

A mis panas y amistades de toda la carrera, Luishana Rodríguez, Sorenys Salazar, Cristian Sepúlveda, Jonatán Herrera, Irwin Puerta, a la pequeña (Nathaly Sánchez), a todos y los que no nombre y estuvieron allí, gracias!

A la UNEXPO, mi casa de estudio y a CVG VENELUM, por brindarme los conocimientos y las oportunidades para mi formación profesional.

¡GRACIAS A TODOS!



DEDICATORIA

A dios por iluminar mi camino, por darme las fuerzas para seguir adelante hacia la metas de mis logros y por estar conmigo cuando más lo necesito.

A mis padres, Amalia Martínez y Víctor Sánchez. Al igual que a mis hermanos y al resto de mi familia, quienes me vieron crecer y fueron parte de mi éxito.

A mí querida esposa, Zoila García por su amor y dedicación durante todos estos años, y por darme lo que más he amado en la vida (mis hijas).

A mis hijas, Zoila Victoria y Aleshka Samira por ser mi motivación.

Victor A. Sánchez M.

U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



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

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA ADQUISICIÓN,
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MAQUINA DE
SOLDADURA AUTOMÁTICA POR FRICCIÓN DE VARILLAS ANÓDICAS
EN CVG VENALUM**

Autor: Víctor Sánchez
Tutor Industrial: Antonio Montaña
Tutor Académico: Iván Turmero

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en CVG VENALUM, específicamente en el Departamento de Varillas y Refractarios. El estudio fue realizado empleando el diseño de investigación no experimental, del tipo descriptivo, evaluativo y de campo; se planteó como objetivo general realizar una evaluación técnico-económica para la adquisición, instalación y puesta en marcha de una máquina de soldadura por fricción. El resultado de este estudio determinó que es factible técnica y económicamente adquirir una nueva máquina de soldadura por fricción, dicha máquina optimizará el proceso operativo, las condiciones de trabajo y permitirá la disminución de los costos operativos del Departamento de Varillas y Refractarios.

Palabras Claves: técnico-económico, máquina de soldadura, fricción, CVG VENALUM, varillas anódicas.



INDICE

AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
EL PROBLEMA	4
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2 OBJETIVOS.....	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos Específicos	7
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4 ALCANCE.....	9
1.5 DELIMITACIÓN.....	9
1.6 LIMITACIONES	9
CAPITULO II	11
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	11
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.....	11
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	12
2.3 ESPACIO FÍSICO	13
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	14
2.4.1 Estructura Organizativa	14
2.4.2 Áreas de Producción	15
2.5 MISIÓN	19
2.6 VISIÓN.....	19
2.7 POLÍTICAS DE CVG VENALUM	19
2.7.1 Calidad y Ambiente	19
2.7.2 Productividad y rentabilidad.....	20
2.7.3 Comercial	20
2.7.4 Social.....	20
2.7.5 Desarrollo	20
2.8 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PASANTÍA.....	20
2.8.1 Gerencia Ingeniería Industrial	21
2.8.2 Departamento de Varillas y Refractarios	22
2.8.3 Descripción del Trabajo Asignación	23
CAPÍTULO III	24
MARCO TEÓRICO	24
3.1 ANTECEDENTES.....	24



3.2	FACTIBILIDAD	24
3.2.1	Factibilidad Operativa	25
3.2.2	Factibilidad Técnica.....	25
3.2.3	Factibilidad Económica.....	25
3.3	OBJETIVO DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	26
3.4	GENERALIDADES DE LAS DECISIONES DE INVERSIÓN	27
3.4.1	Inversión	27
3.4.2	Clasificación General de las Inversiones.....	27
3.5	CLASIFICACIÓN DE LAS INVERSIONES EN CVG VENALUM.....	27
3.5.1	Clasificación Según su Objetivo	28
3.6	VALOR PRESENTE NETO (VPN).....	37
3.7	COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (CAUE)	38
3.8	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	39
3.9	ESTUDIO TÉCNICO.....	39
3.9.5	El Horizonte de la Planeación	42
3.9.6	La Disponibilidad de Capital	42
3.9.7	La Vida Económica de los Bienes	42
3.10	FALLAS.....	42
3.11	CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS.....	42
3.11.1	Fallas Tempranas.....	42
3.11.2	Fallas Adultas	42
3.11.3	Fallas Tardías	43
3.12	MANTENIMIENTO.....	43
3.13	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	43
3.13.1	Mantenimiento Correctivo	43
3.13.2	Mantenimiento Preventivo	44
3.13.3	Mantenimiento Rutinario	45
3.13.4	Mantenimiento Programado	45
3.14	COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	46
3.15	FACTOR DE SERVICIO.....	46
CAPITULO IV		47
MARCO METODOLÓGICO		47
4.1	TIPO DE ESTUDIO	47
4.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
4.3	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
4.3.1	Entrevistas no Estructuradas.....	48
4.3.2	Observación Directa	48
4.3.3	Revisión Bibliográfica	49
4.4	MATERIALES Y EQUIPOS	49
4.4.1	Equipos Utilizados.....	49
4.4.2	Recurso humano	49
4.4.3	Materiales	49
4.5	PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	50



CAPITULO V	51
SITUACION ACTUAL	51
5.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE VARILLAS Y REFRACTARIOS.....	51
5.1.1 Mano de Obra	53
5.1.2 Insumos y Equipos	55
5.1.3 Procedimiento de Trabajo	57
5.1.4 Clasificación de Defectos en las Puntas	62
5.1.5 Condiciones Normales de Operación	62
5.1.6 Producción/Servicios	63
5.1.7 Estado actual del Parque de Varillas en Planta	69
5.1.8 Proyección de Puntas a Requerir	70
5.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA FRICTION WELDER.....	71
5.2.1 Descripción del Equipo Friction Welder	71
5.2.2 Capacidad de Producción de la Máquina Friction Welder	73
5.2.3 Secuencia de Operación de la Máquina	74
5.2.4 Vida Útil de la Máquina.....	77
5.2.5 Factor de Servicio o Disponibilidad del Equipo	77
5.2.6 Frecuencia de Fallas del Equipo.....	80
5.3 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA FRICTION WELDER.....	83
5.4 ADQUISICIÓN DE PARTES Y REPUESTOS	84
5.5 DESCRIPCIÓN DE LA CONTRATACIÓN DE SERVICIO FORÁNEO PARA LA REPARACIÓN DE LAS VARILLAS ANÓDICAS.....	84
5.5.1 Costo por Contratación de Servicio Foráneo	86
CAPÍTULO VI	87
SITUACIÓN PROPUESTA	87
6.1 ALTERNATIVA 1: MANTENER EL ACTUAL SISTEMA DE SOLDADURA POR FRICCIÓN	87
6.1.1 Costos de la Alternativa 1	88
6.2 ALTERNATIVA 2: SITUACIÓN PROPUESTA.....	89
6.2.1 Evaluación Técnica del Equipo	89
6.2.2 Costo de la Alternativa 2	91
6.3 RESULTADOS.....	92
6.3.1 Comparación de los Resultados	96
6.3.2 Análisis de Sensibilidad. Variación de la Inversión	97
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	102
APÉNDICES	104
ANEXOS	116



LISTA DE TABLAS

TABLA 1: DEFECTOS DE LA VARILLAS ANÓDICAS, CLASIFICACIÓN Y GRUPOS	5
TABLA 2: DIVISIONES DE LA EMPRESA	13
TABLA 3: ETAPAS DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN	36
TABLA 4: DISTRIBUCIÓN FUERZA LABORAL POR ESTACIÓN DE TRABAJO (TURNO II)	54
TABLA 5: DISTRIBUCIÓN FUERZA LABORAL POR ESTACIÓN DE TRABAJO (TURNO III)	54
TABLA 6: DISTRIBUCIÓN FUERZA LABORAL POR ESTACIÓN DE TRABAJO (TURNO I)	55
TABLA 7: MATERIALES Y EQUIPOS	56
TABLA 8: DEFECTOS EN LAS PUNTAS DE LAS VARILLAS.	62
TABLA 9: SEGREGACIÓN DE PUNTAS REPARADAS (CVG VENALUM Y CONTRATACIÓN EXTERNA)	66
TABLA 10: PUNTAS A REPARAR Y REPARADAS POR LA MAQUINA FRICTION WELDER AÑO 2007 - 2009	67
TABLA 11: CANTIDAD DE PUNTAS REPARADAS Y NO REPARADAS POR TURNO DE TRABAJO AÑO 2007 - 2009	68
TABLA 12: SEGREGACIÓN DE LAS VARILLAS PROCESADAS POR EL DEPARTAMENTO DE VARILLAS Y REFRACTARIOS 2007-2009	69
TABLA 13: STOCK DE VARILLAS DEFECTUOSAS EN PLANTA.	70
TABLA 14: PUNTAS REQUERIDAS DURANTE LOS AÑOS 2012 - 2015	70
TABLA 15: SUBSISTEMAS DE LA MÁQUINA <i>FRICTION WELDER</i>	72
TABLA 16: FRECUENCIA DE FALLAS 2010	80
TABLA 17: FRECUENCIA DE FALLAS 2011	80
TABLA 18: FRECUENCIA DE FALLAS. AÑO 2012	81
TABLA 19: COSTOS DE MANTENIMIENTOS AÑO 2010-2012	83
TABLA 20: PROMEDIO DE PUNTAS A REPARAR POR CONTRATACIÓN DE SERVICIO FORÁNEO.:	86
TABLA 21: RESUMEN DE COSTOS DE LA ALTERNATIVA 1	88
TABLA 22: RESUMEN DE LOS COSTOS DE LA ALTERNATIVA 2	91
TABLA 23: EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 1	93
TABLA 24: EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 2	94
TABLA 25: COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	96
TABLA 26: SENSIBILIDAD VARIACIÓN DE INVERSIÓN	97
TABLA 27: EVALUACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 2 CON UNA INVERSIÓN DE 12.387.827	98



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA	13
FIGURA 2: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL DE CVG VENALUM	15
FIGURA 3: VISTA DE LA PLANTA DE CARBÓN. CVG VENALUM C.A.....	16
FIGURA 4: CELDA DE REDUCCIÓN ELECTROLÍTICA. CVG VENALUM C.A.....	17
FIGURA 5: SALA DE COLADA. CVG VENALUM C.A.	17
FIGURA 6: PROCESO PRODUCTIVO DE CVG VENALUM	18
FIGURA 7: ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA ING. INDUSTRIAL CVG VEN ALUM	21
FIGURA 8: ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG VENALUM	22
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL DEPARTAMENTO DE VARILLAS Y REFRACTARIOS	52
FIGURA 10: PUNTAS FORJADA DE ACERO, FABRICADA POR FORJA SANTA CLARA	56
FIGURA 11: VISTA FRONTAL DE LA MÁQUINA FRICTION WELDER.	71
FIGURA 12: LONGITUD DE PUNTA SUSTITUIDAS POR TEFELCA.....	85



LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO 1: PUNTAS A REPARAR 2007-2009	63
GRAFICO 2: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS DEFECTOS PERIODO 2004-2009	64
GRAFICO 3: CELDAS EN PRODUCCIÓN VS. PUNTAS A REPARAR PERIODO 2010 - 2012	65
GRAFICO 4: SEGREGACIÓN DE PUNTAS REPARADAS AÑO 2007 – 2009	66
GRAFICO 5: SEGREGACIÓN DE PUNTAS REPARADAS TALLE FORÁNEO AÑO 2007 – 2009	67
GRAFICO 6: FACTOR DE SERVICIO (FS) DE LA MAQUINA FRICTION WELDER.....	78
GRAFICO 7: FACTOR DE SERVICIO (FS) DE LA MAQUINA FRICTION WELDER.....	79
GRAFICO 8: ANÁLISIS DE PARETO AÑO 2010.....	81
GRAFICO 9: ANÁLISIS DE PARETO AÑO 2011.....	82
GRAFICO 10: ANÁLISIS DE PARETO AÑO 2012.....	82



INTRODUCCIÓN

Hoy en día las organizaciones o empresas están sujetos a muchas variables para su crecimiento y desarrollo "exitoso", dentro de estas variables podemos mencionar, el nivel de compromiso de la Gerencia, la administración eficiente de todos los recursos que la conforman, la capacidad innovadora de la organización utilizando nuevas tecnologías, el uso de técnicas y métodos eficaces para medir y mejorar el proceso productivo, el optimismo o motivación de los empleados y personal obrero.

CVG VENALUM C.A., con 34 años de haber sido fundada se ha caracterizado por ser la principal empresa del país destinada a producir y comercializar aluminio primario o en aleaciones, satisfaciendo las expectativas y necesidades de sus clientes nacionales e internacionales a través de la alta gestión de calidad de sus procesos y productos.

Para su proceso de producción, la planta cuenta con diversas áreas que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma; dentro de estas áreas se encuentra Planta Carbón, cuyo objetivo es fabricar los ánodos cocidos, complemento fundamental en el proceso electrolítico. Para llevar a cabo con su objetivo Planta de Carbón cuenta con cuatro Superintendencia como lo son: Molienda y Compactación, Hornos de Cocción, Envarillado y Servicios a Carbón, en esta última se encuentra el Departamento de Varillas y Refractarios, que a través de su taller está encargada de asegurar la disponibilidad y acondicionamiento de las varillas anódicas utilizadas en el proceso de envarillado de ánodos del área de Carbón, así como el acondicionamiento refractario de los hornos de cocción, hornos de inducción, tapas, crisoles rociadores y crisoles de fundición, a fin



de mantener su continuidad operativa y evitar interrupciones en el proceso productivo de envarillado de ánodos y hornos de cocción.

Actualmente la reparación de las varillas anódicas por parte del Departamento de Varillas y Refractarios (cambio de punta(s) cuya longitud es menor a 180 mm) ha disminuido considerablemente, siendo esta cantidad un promedio 49 *var/turno* (periodo 2007 – 2009). La causa de este declive en la reparación de varillas con este tipo de problemas es debido a múltiples factores relacionados con la máquina *Friction Welder*; entre los que se pueden mencionar: tiempo de vida útil de la máquina, poca disponibilidad de repuestos y por consiguiente la difícil mantenibilidad del equipo. En atención a esta situación se conformó un equipo multidisciplinario para evaluar la factibilidad para la adquisición de una máquina de soldadura automática por fricción que apoye en estas gestiones de reparación de varillas anódicas.

El proyecto se estructuró como se describe a continuación:

El Capítulo I, abarca el problema objeto de investigación, objetivo tanto general como específicos, justificación, alcance de la investigación, delimitación y limitaciones.

El Capítulo II, muestra las generalidades de la empresa, visión, misión, objetivos, estructura, proceso productivo y políticas.

El Capítulo III, contiene los fundamentos teóricos claves y base para el desarrollo del estudio.

El Capítulo IV, indica la metodología utilizada en el estudio, el tipo de investigación, la población y muestra utilizada; así como la técnica manejada para la recolección de datos y los pasos realizados para ejecución del mismo.



El Capítulo V, consta de la descripción de la reparación de varillas anódicas, así como un diagnóstico de la situación actual.

El capítulo VI, presenta los análisis y resultados obtenidos.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se plantea la descripción del problema, justificación, importancia, alcance y objetivos que se desean obtener en el desarrollo de la investigación. Además se hace referencia a las posibles limitaciones que se puedan presentar durante la realización del mismo.

1.1 Planteamiento del Problema

La Industria Venezolana de Aluminio (VENALUM), perteneciente a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), es una de las mayores plantas productoras de aluminio en Latinoamérica, por su capacidad instalada de 430.000 *TM/Año*. Se dedica a la producción y comercialización de Aluminio con altos estándares de calidad (99,8 % de pureza).

CVG VENALUM para garantizar la producción de Aluminio y sus aleaciones en condiciones de eficiencia y productividad cuenta con tres áreas fundamentales: Carbón, Reducción, Colada, las cuales junto a las demás unidades de apoyo son la fuerza motora para llevar a cabo las diferentes operaciones necesarias para obtener el Aluminio líquido que es transformado en lingotes de 10 *Kg*, 22 *Kg*, 680 *Kg* y cilindros de extrusión en diferentes diámetros, además de comercializar Aluminio líquido a empresas de la zona.

Una de las áreas de apoyo encontradas en CVG VENALUM es el Taller de Varillas perteneciente al Departamento de Varillas y Refractarios el cual es el responsable de la reparación y acondicionamiento de las varillas anódicas provenientes del proceso de reducción electrolítica esto, con el fin de reinsertar las varillas al proceso de envarillado de ánodos.

La varilla anódica junto al ánodo cocido juega un papel fundamental en el proceso electrolítico para la obtención del aluminio, el ensamblaje de estos dos componentes forman lo que se conoce como ánodo envarillado, el cual dura en promedio 21 días en las celdas electrolíticas. En la siguiente tabla se puede apreciar los defectos encontrados en las varillas anódicas, además de la clasificación que le da el taller de Varillas y Refractarios, con la cual agiliza el proceso de reparación de las mismas en las estaciones de trabajo que la conforman. (Ver Tabla 1)

Tabla 1: Defectos de la Varillas Anódicas, Clasificación y Grupos

	GRUPOS	DEFECTOS O CRITERIOS DE RECHAZO ENVARILLADOS	CLASIFICACIÓN TALLER DE VARILLAS Y REFRACTARIOS
VARILLAS DEFECTUOSAS (VD)	A1	VARILLAS DOBLADAS	VARILLAS DOBLADAS
		VARILLAS EROSIONADAS	VARILLAS EROSIONADAS
		VARILLAS BIMETÁLICO FISURADO	VARILLAS BIMETÁLICO FISURADO
	B1	VARILLAS COLADA ADHERIDA RECUPERABLE (COLADA ADHERIDA < 10 mm)	VARILLAS PARA CARBONEO
	B2 Puntas < 180 mm	VARILLAS COLADA ADHERIDA IRRECUPERABLE (COLADA ADHERIDA > 10 mm)	VARILLAS PARA CORTE DE PUNTAS
		VARILLAS BAÑO ELECTROLÍTICO	
		VARILLAS PUNTAS FUNDIDAS	
C Puntas > 180 mm	VARILLAS PUNTAS DESPRENDIDA	VARILLAS TALLER FORÁNEO	

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios

Según datos del Departamento de Varillas y Refractarios la mayoría de varillas "procesadas" en su taller presenta problemas o defectos en las puntas (grupo: B1, B2 y C); representando estas en promedio el 94% anual del total de varillas entre los años 2007 – 2009, último periodo conocido en la cual CVG VENALUM operaba a su máxima capacidad instalada de planta.



La sustitución de puntas de yugos es un proceso que consiste en retirar mediante corte la(s) punta(s) dañadas del yugo y sustituirlas mediante la soldadura por fricción por puntas nueva.

Para la reparación de la varillas anódicas con defectos de cambio de puntas, el Departamento de Varillas y Refractarios cuenta dentro de su instalación con una máquina de soldadura por fricción modelo V200 *AI Welder*, La maquina *Friction Welder* con una vida útil de 10 años según lo previsto por la compañía fabricante del equipo, hoy en día tiene 27 años de haber sido adquirida por CVG VENALUM. En 1995 la maquina fue instalada y puesta en marcha en el taller de varillas y refractarios, lo que nos indica que para la fecha la misma tiene 17 años en funcionamiento y que además ha excedido su tiempo de vida útil. La obsolescencia de esta máquina, sumado a la dificultad de adquirir los repuestos ha traído como consecuencia que el rendimiento de la maquina se vea afectado, originalmente la *Friction Welder* tenía un rendimiento de 104 puntas en un turno de trabajo de 8 *hr/día*, hoy por hoy su rendimiento se encuentra en 49 *puntas/turno*.

Un tercer hecho importante de mencionar es que la *Friction Welder* dentro de su característica, solo tiene la capacidad de soldar puntas menores a 180 *mm*, lo cual es una limitante más sumado a lo ya antes mencionado en el párrafo anterior. Esta nueva limitante tiene como consecuencia que la empresa se vea en la obligación de adquirir la contratación de un servicio foráneo para la reparación de varillas defectuosas con puntas mayores a 180 *mm* (Grupo C).

Aunado a esto encontramos que en los últimos años se ha notado un crecimiento sostenido en la cantidad de varillas reparadas por problemas en sus puntas. Dicho incremento ha afectado la capacidad de respuesta del Departamento de Varillas y Refractarios, principalmente por los



inconvenientes presentados en el funcionamiento de la máquina de soldar puntas de yugos.

Hoy en día, es importante mencionar que la empresa no se encuentra en funcionamiento al 100%, debido a problemas operativos registrados durante el primer trimestre del año 2012, hecho que trajo como consecuencia que más del 50% del parque de varillas de la empresa se halla dañado y estén almacenada, presentando estas en su mayoría problemas en sus puntas.

El que exista poca disponibilidad de varillas anódicas por parte del Departamento de Varillas hacia envarillado debido a las causas ya antes mencionadas, trae como consecuencia la baja producción de ánodos envarillado, lo que no se puede dar CVG VENALUM aún más cuando hoy en día está planteado la incorporación de celdas hasta alcanzar la máxima capacidad operativa de la planta.

1.2 **Objetivos**

1.2.1 **Objetivo general**

Realizar una evaluación técnica-económica para la adquisición, instalación y puesta en marcha de una máquina de soldadura automática por fricción de varillas anódicas en CVG VENALUM.

1.2.2 **Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar la situación actual del Departamento de Varillas y Refractarios, evaluando aspectos como:
 - Mano de obra.
 - Insumos y equipos.
 - Materia prima.
 - Procedimientos de trabajo.
 - Producción / servicio.



2. Evaluar las condiciones de operación de la máquina de soldar puntas con la que cuenta actualmente la empresa.
3. Determinar los costos por contratación de servicio foráneo para la reparación de varillas anódicas.
4. Caracterizar el equipo de soldadura a considerar.
5. Evaluar económicamente las alternativas técnica que se plantean en el presente estudio considerando la adquisición, instalación, puesta en marcha y los servicios industriales correspondiente entre otros.
6. Plantear la alternativa más factible y rentable para la empresa, desde el punto de vista técnico-económico que arroje el presente estudio.

1.3 Justificación

Esta investigación se argumenta en la situación actual en que se encuentra funcionando la máquina *Friction Welder* del Departamento de Varillas y Refractarios de CVG VENALUM la cual ha disminuido su nivel de producción a través de los años, debido a la distintas fallas que viene presentando el sus diferentes sistemas (Mecánico, Eléctrico, Hidráulico, etc.) y que además se trata de un equipo con un tiempo de vida útil cumplido y que solo brinda la posibilidad de reparación de puntas de yugos menores de 180 mm, limitante que sigue haciendo al Departamento de Varillas y Refractarios (CVG VENALUM) dependiente de contrataciones externas a costos elevados para la reparación de varillas con puntas mayores a 180 mm. En términos de la producción de la planta los hechos antes mencionado podrían no garantizar en oportunidad y cantidad el suministro de varillas anódicas reparadas que se requiera en tiempo real, en este sentido se colocaría en riesgo el cumplimiento de las metas de producción debido a la falta de suministro de las varillas anódicas al área de envarillado.



Es por ello que la Gerencia de Ingeniería Industrial se encarga como unidad responsable, de la evaluación de los proyectos desde el punto de vista técnico y económico, el cual es de gran importancia para así garantizar la calidad y continuidad de las operaciones, así como la optimización de los costos, invirtiendo de la mejor forma los recursos disponibles.

1.4 Alcance

El presente trabajo contempla un estudio preliminar para la adquisición, instalación y puesta en marcha de un nuevo equipo de soldadura automática por fricción que permita no solo soldar puntas menores a 180 *mm* sino además puntas con un rango mayor, logrando a través de esto reducir los costos de equipo y materiales, así como también los costos por contratación de servicio externo para la reparación de varillas. Permitiendo así mejorar el proceso y cubrir notablemente la demanda de varillas por parte de envarillado.

1.5 Delimitación

La evaluación técnico-económica es un estudio que estará centrado en una inversión capitalizable del Departamento de Varillas y Refractarios la cual está adscrito a la Gerencia de Carbón de la empresa CVG VENALUM.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones e inconvenientes que pudieran presentar para la realización de esta investigación son:

- Debido a las políticas de seguridad de la empresa, se recogerá la información durante el turno normal (de 7:00 am hasta las 3:00 pm), el cual es el permitido para los pasantes y tesistas.



- Escasa información acerca del control de fallas, tiempos de parada de la maquina *Friction Welder*.



CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Reseña Histórica de la Empresa

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

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

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



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

2.2 Ubicación Geográfica

CVG VENALUM está ubicada en la Av. Fuerzas Armadas, Zona Industrial Matanzas, Ciudad Guayana – Estado Bolívar, Venezuela. La escogencia de la zona de Guayana, se debe a los privilegios y virtudes de esta región: (Ver Figura 1)

- Integrada por los Estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazonas, esta zona geográfica ubicada al sur del Río Orinoco y cuya porción de 448.000 km^2 ocupa exactamente la mitad de Venezuela, reúne innumerables recursos naturales.
- El agua constituye el recurso básico por excelencia en la región Guayana, teniendo grandes vertientes como lo son los Ríos Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros.
- La presa "Raúl Leoni" en Gurí, con una capacidad generadora de 10 millones de kw , es una de las plantas hidroeléctricas de mayor potencia instalada en el mundo, y su energía es requerida por las empresas de Guayana, para la producción de acero, alúmina, aluminio, mineral de hierro y ferro silicio.

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



Figura 1: Ubicación Geográfica de la Empresa
Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

2.3 Espacio Físico

CVG VENALUM posee un área total de 1.455.634,78 m² distribuida entre infraestructuras industriales, edificios administrativos, áreas verdes, carreteras y un gran terreno en el cual se tiene planeado realizar la VI y VII línea de producción. (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Divisiones de la Empresa

Área Total	1.455.634,78 m²
Área Techada	233.000 m ² (Edificio Industrial)
Área Construida	14.808 m ² (Edificio Administrativo)
Áreas Verdes	40 Hectáreas
Carreteras	10 km.

Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM



2.4 Descripción de la Empresa

La industria del aluminio CVG VENALUM se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio). Este proceso de producir aluminio se realiza en celdas electrolíticas. Dentro del proceso de producción de la planta industrial, existen mecanismos de alimentación que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la misma, los cuales son: la Planta de Carbón, Planta de Colada, Planta de Reducción e instalaciones auxiliares.

En la actualidad CVG VENALUM está formado por tres complejos de celdas: Complejo I, Complejo II y V Línea. Los Complejos I y II están conformados por celdas P-19 de tecnología Americana Reynolds, cada una con dos líneas de 180 celdas y la V línea conformada por celdas de tecnología Noruega Hydro aluminium con una línea de 180 celdas electrolíticas para finalmente constituir un total de 900 celdas de reducción sin incluir las 5 celdas prototipo V-350 de tecnología Venezolana, ubicadas en V línea y fue un proyecto concebido por ingenieros de CVG VENALUM quienes basándose en las tecnologías existentes y desarrollo de los modelos electromagnéticos, térmicos, mecánico estructurales, así como los sistemas automatizados, lograron diseñar esta celda que supera los índices de productividad conocidos.

2.4.1 Estructura Organizativa

La estructura organizativa de CVG VENALUM es de tipo lineal y de asesoría, donde las líneas de autoridad y responsabilidad se encuentran bien definidas como se puede ver en la Figura 2.

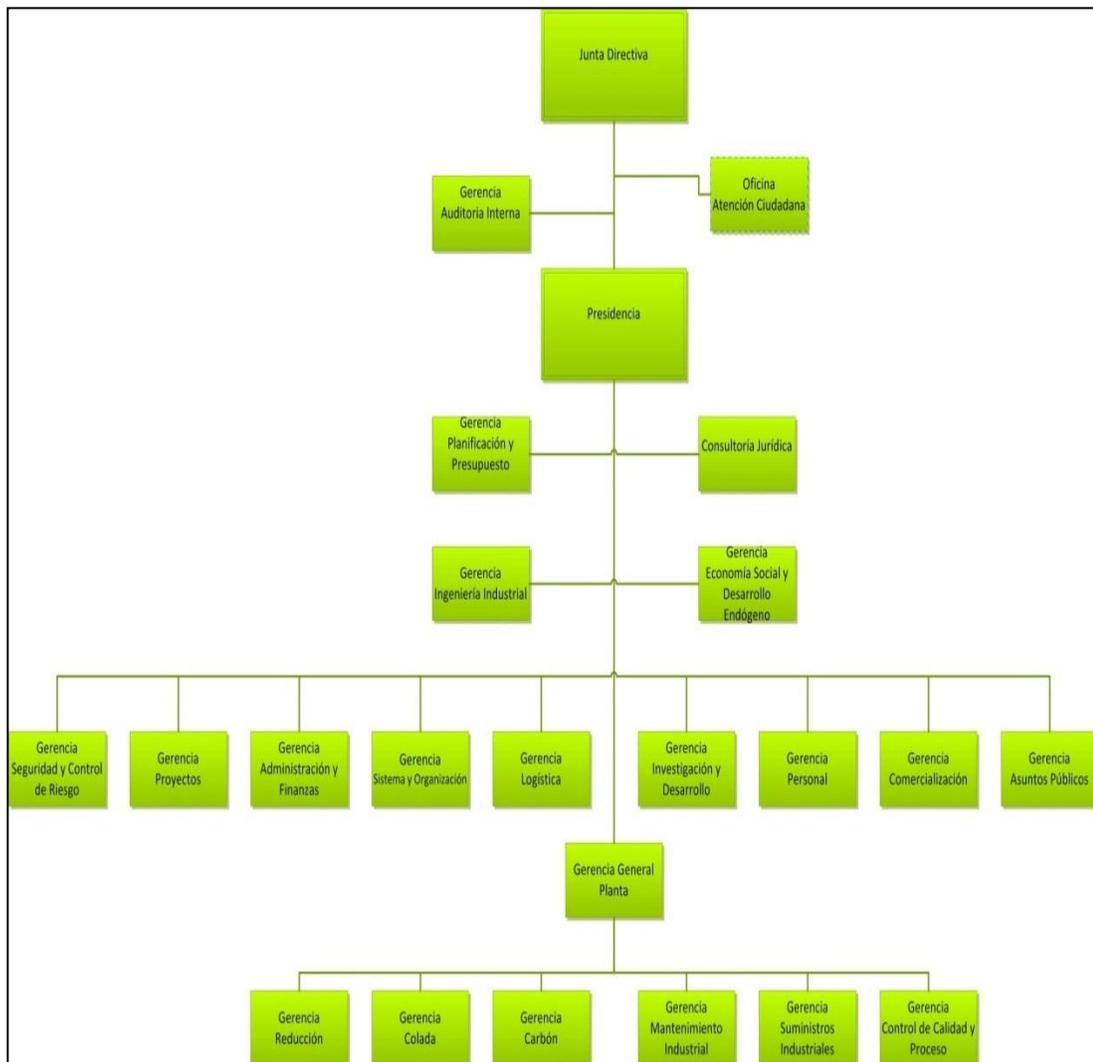


Figura 2: Estructura Organizativa General de CVG VENALUM
Fuente: Manual de Inducción de CVG VENALUM

2.4.2 Áreas de Producción

CVG VENALUM consta de 3 plantas básicas para la obtención de sus distintos productos.

2.4.2.1 Planta de Carbón

En la Planta de Carbón y sus instalaciones se fabrican los ánodos que hacen posible el proceso electrolítico. En el Área de Molienda y Compactación se construyen los bloques de ánodos verdes a partir de coque de petróleo,

alquitrán y remanentes de ánodos consumidos. Los ánodos son colocados en hornos de cocción, con la finalidad de mejorar su dureza y conductividad eléctrica. Luego el ánodo es acoplado a una barra conductora de electricidad en la Sala de Envarillado. (Ver Figura 3)



Figura 3: Vista de la Planta de Carbón. CVG VENALUM C.A
Fuente: Intranet <http://venalumi>

2.4.2.2 Reducción

En las celdas se lleva a cabo el proceso de reducción electrolítica que hace posible la transformación de la alúmina en aluminio. El área de Reducción está compuesta por Complejo I, II, y V Línea para un total de 900 celdas, 720 de tecnología Reynolds y 180 de tecnología Hydro Aluminun. Asimismo, en V Línea existen 5 celdas experimentales V-350, un proyecto desarrollado por ingenieros venezolanos al servicio de la empresa. La capacidad nominal de estas plantas es de 430.000 TM/año . El funcionamiento de las celdas electrolíticas, así como la regulación y distribución del flujo de corriente eléctrica, son supervisados por un sistema computarizado que ejerce control sobre el voltaje, la rotura de costra, la alimentación de alúmina y el estado general de las celdas. (Ver Figura 4).

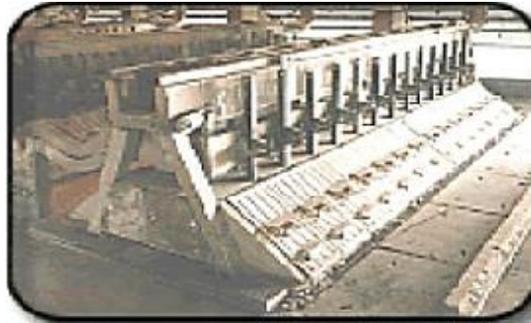


Figura 4: Celda de Reducción Electrolítica. CVG VENTALUM C.A
Fuente: Intranet <http://venalumi>

2.4.2.3 Colada

El aluminio líquido obtenido en las salas de celdas es trasegado y trasladado en crisoles al área de Colada, donde se elaboran los productos terminados. El aluminio se vierte en hornos de retención y se le agregan, si es requerido por los clientes, los aleantes que necesitan algunos productos. Cada horno de retención determina la colada de una forma específica: lingotes de 10 *Kg* con capacidad nominal de 20.100 *TM/año*, lingotes de 22 *kg* con capacidad de 250.000 *t/año*, lingotes de 680 *kg* con capacidad de 100.000 *TM/año*, cilindros con capacidad para 85.000 *TM/año* y metal líquido. Concluido este proceso el aluminio está listo para la venta a los mercados nacionales e internacionales. (Ver Figura 5).



Figura 5: Sala de Colada. CVG VENTALUM C.A.
Fuente: Intranet <http://venalumi>

En la Figura 6 se muestra de manera ilustrativa los procesos descritos anteriormente.

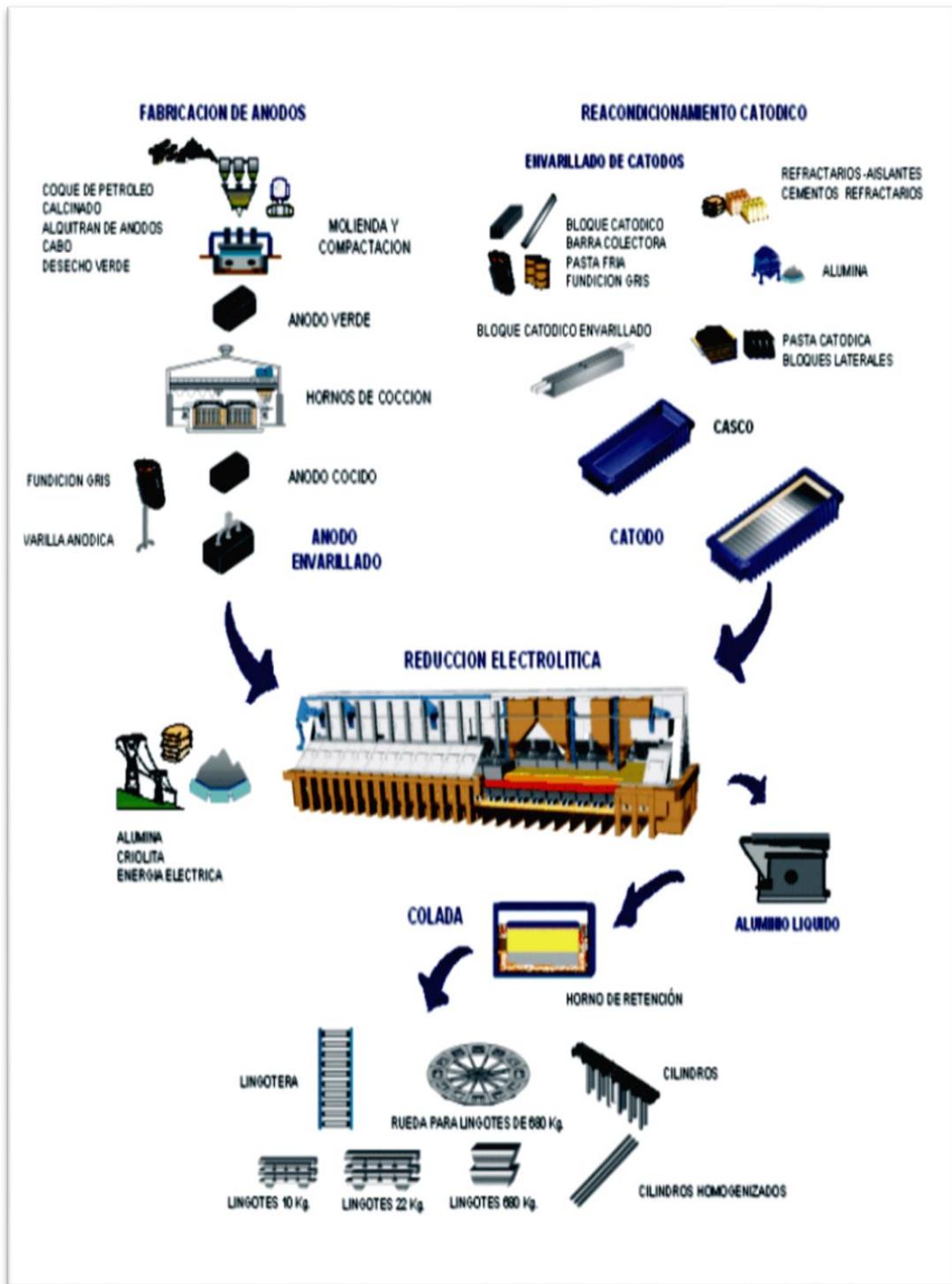


Figura 6: Proceso Productivo de CVG VENTALUM
Fuente: Manual de Inducción CVG VENTALUM



2.5 Misión

CVG VENALUM tiene por misión producir y comercializar aluminio de forma productiva, rentable y sustentable para generar bienestar y compromiso social en las comunidades, los trabajadores, los accionistas, los clientes y los proveedores para así Contribuir a fomentar el desarrollo endógeno de la República Bolivariana de Venezuela.

2.6 Visión

CVG VENALUM será la empresa líder en productividad y calidad en la producción sustentable de aluminio con trabajadores formados y capacitados en ambiente de bienestar y compromiso social que promuevan la diversificación productiva y la soberanía tecnológica, fomentando el desarrollo endógeno y la economía popular de la República Bolivariana de Venezuela.

2.7 Políticas de CVG VENALUM

2.7.1 Calidad y Ambiente

CVG VENALUM, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce y comercializa aluminio y mejora de forma continúa su sistema de gestión comprometiéndose a:

- Garantizar los requerimientos del cliente.
- Prevenir la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos.
- Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad y ambiente.



2.7.2 Productividad y rentabilidad

La Empresa deberá orientar su gestión a garantizar la máxima productividad y rentabilidad en armonía con el avance técnico de la industria y la situación del mercado del aluminio, explotando las oportunidades de sinergia de acción que identifiquen los diferentes ámbitos de competencia.

2.7.3 Comercial

En materia de comercialización, la empresa deberá emprender acciones para garantizar el máximo valor agregado de la cesta de productos, conciliando la excelencia técnico-económica con el máximo retorno de mercado.

2.7.4 Social

CVG VENALUM como empresa del Estado venezolano a fin de contribuir con el desarrollo de la economía nacional, impulsará proyectos de carácter socioeconómicos, generadores de empleo y bienestar social para la región, que elevan la calidad de vida de la comunidad que la circunda.

2.7.5 Desarrollo

CVG VENALUM deberá impulsar el desarrollo integral y sostenido del sector aluminio, orientando su acción como una extensión regional del Estado en pro de la reactivación, desarrollo y consolidación de la cadena transformadora nacional y del parque metalmecánico conexo.

2.8 Descripción del Área de Pasantía

La investigación será realizada bajo la dirección de la división de Ingeniería de Métodos adscrita a la Gerencia de Ingeniería Industrial y el proyecto asignado tendrá lugar en el Taller de Varillas y Refractarios de la empresa CVG VENALUM.

2.8.1 Gerencia Ingeniería Industrial

Es una unidad staff adscrita a la Presidencia. Tiene como misión suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería de Métodos e Ingeniería Económica que garanticen la calidad y conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa así como la mejora continua de sus procesos. Se encuentra conformado por la División Ingeniería Económica y la División Ingeniería de Métodos (Ver Figura 7).

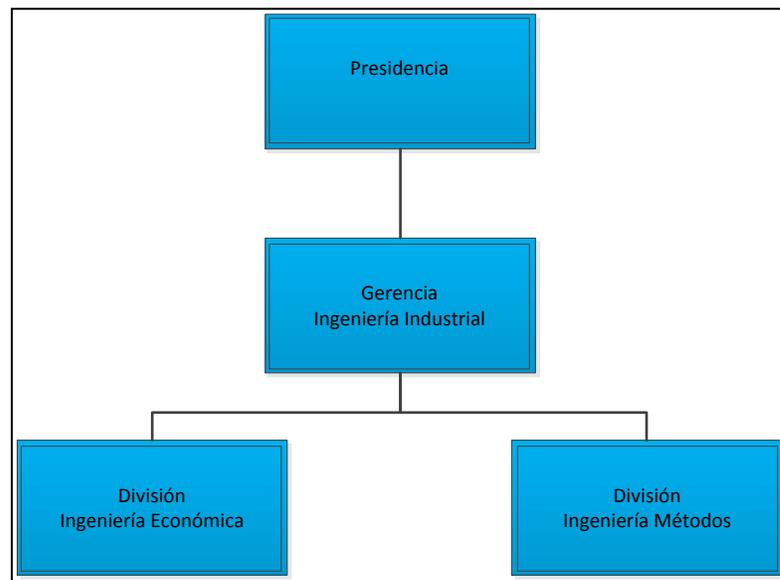


Figura 7: Organigrama de la Gerencia Ing. Industrial CVG VEN ALUM

Fuente: http://venalumi/Org_Procedimiento_Aplic/Data/Organigrama_de_Cargos/Gcia.ing.ind.

- **Objetivo General:** Suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería económica y métodos, que garanticen la calidad y que conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa, así como la mejora continua de los procesos.
- **Naturaleza:** Es una unidad funcional de staff adscrita directamente a la Presidencia de La Empresa.

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

2.8.2 Departamento de Varillas y Refractarios

El Departamento de Varillas y Refractarios, es una unidad lineal y presta sus servicios a la Gerencia de Carbón y está adscrita a la Superintendencia de talleres (Ver Figura 8).

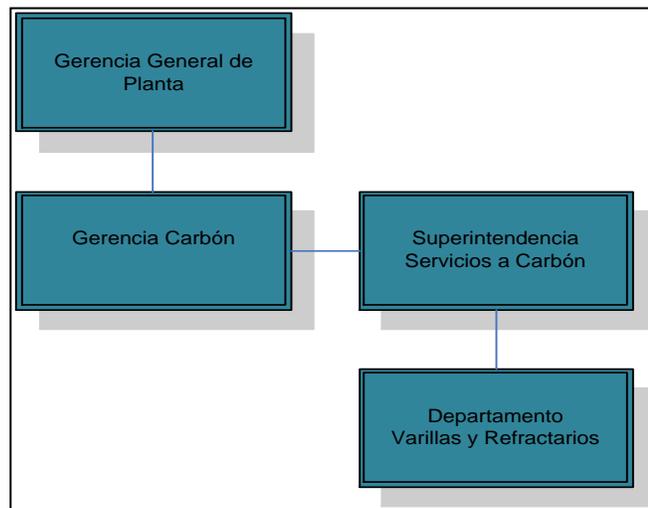


Figura 8: Organigrama del Departamento de Varillas y Refractarios de CVG VENTALUM
Fuente: http://venalumi/Org_Procedimiento_Aplic/Data/Organigrama_de_Cargos/Gcia.Carbon

Tiene como función la preparación y recuperación de varillas anódicas (reparación o sustitución de los yugos usados, defectuosos o desprendidos y de las barras de aluminio erosionadas por efecto eléctrico), a fin de acondicionarlas para el proceso de ensamblaje y entregarlas al área de envarillado de ánodos en los términos requeridos, así como acondicionamiento de los hornos de cocción, hornos de inducción, tapas, crisoles rociadores y crisoles de fundición, a fin de mantener la continuidad



operativa y evitar interrupciones en el proceso productivo de envarillado y de hornos de cocción.

El Departamento de reparación de Varillas y Refractarios se encuentra dividido en: estación de sierra vertical, soldadura automática (*Friction Welter*), soldadura manual de acero y de aluminio (ensamblaje barra bimetálico-yugo), relleno de barras erosionadas, corte de rebaba, esmerilado, carboneo de yugos de varillas, rompe colada, enderezado, depósito, patio de almacenamiento y oficinas del jefe de departamento y los supervisores, las cuales representan un área rectangular de 1500 m² respectivamente.

2.8.3 Descripción del Trabajo Asignación

El trabajo asignado está enfocado en la evaluación técnico-económica para la adquisición, instalación y puesta en marcha de una máquina de soldadura automática por fricción de varillas anódicas con el fin de determinar la factibilidad que tendría realizar esta gran inversión, la cual representaría la rentabilidad, la reducción de costos de operación y mayor porcentaje de producción que a futuro podría convertirse en beneficios para la empresa.



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Los conceptos y definiciones correspondientes al análisis de inversiones que se plantean, a continuación son sustraídos del Manual de Inversiones de la empresa CVG VENALUM (1996), que sirvió como respaldo para la investigación.

3.1 Antecedentes

3.1.1 Héctor M. Reyes V. (1994). Estudio de Factibilidad Técnico- Económico para la Instalación de la Máquina *Friction Welder* en el Área De Reparación de Varillas de CVG VENALUM.

El objetivo de este estudio se enfatizó en un seguimiento a través del desempeño de las actividades de cada estación de trabajo, apoyándose en las prácticas operativas y el diagrama de proceso existente para el momento.

El objetivo principal de esta investigación es explorar la problemática existente por la necesidad de reparación de puntas de yugos, las cuales son de vital importancia en el proceso electrolítico del aluminio primario, formular alternativas de solución y evaluar dichas alternativas.

3.2 Factibilidad

Es la determinación de los recursos que debe disponer una organización para lograr los objetivos y metas propuestas.



Un estudio de factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación se apoya en 3 aspectos básicos que determinarán el éxito o fracaso del proyecto a efectuar. Estos aspectos se mencionan a continuación:

- Operativo.
- Técnico.
- Económico.

3.2.1 Factibilidad Operativa

Son todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad, depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo.

3.2.2 Factibilidad Técnica

Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, equipos, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que van a permitir llevar a cabo las actividades con las que se van a ejecutar el proyecto. Con este estudio se pretende mejorar el sistema actual y disponer de tecnología que satisfaga las necesidades.

3.2.3 Factibilidad Económica

Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar las actividades o procesos y tiene que ver con el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos.



3.3 Objetivo de un Estudio de Factibilidad

Entre los principales objetivos de un estudio de factibilidad se encuentran:

- Apoyar una organización a lograr sus objetivos.
- Cubrir las metas con los recursos actuales.

Un estudio de factibilidad dentro de una organización permite descubrir sus principales objetivos, luego determinar si el proyecto es útil para que la empresa logre los mismos, para lo cual debe hacer uso de los recursos disponibles o aquellos que la empresa puede proporcionar. En las empresas se cuenta con una serie de objetivos que determinan la posibilidad de factibilidad de un proyecto sin ser limitativos.

Estos objetivos son los siguientes:

- Reducción de errores y mayor precisión en los procesos.
- Reducción de costos mediante la optimización o eliminación de recursos no necesarios.
- Integración de todas las áreas y subsistemas de la empresa.
- Actualización y mejoramiento de los servicios a clientes o usuarios.
- Aceleración en la recopilación de datos.
- Reducción en el tiempo de procesamiento y ejecución de tareas.
- Automatización óptima de procedimientos manuales.

Dentro de los objetivos que se buscan con la factibilidad técnica se pueden encontrar la mejora del sistema actual de la organización o disponer de tecnología que satisfaga sus necesidades. Mientras que con la factibilidad económica se pretende obtener el costo de estudio, costo del tiempo del personal, costo del tiempo, costo del desarrollo / adquisición. Por otra parte la



factibilidad operativa lo que busca es una operación garantizada y uso garantizado.

3.4 Generalidades de las Decisiones de Inversión

Entre las decisiones de inversión se tienen las siguientes:

3.4.1 Inversión

Es el desembolso o asignación de recursos financieros, destinados a la adquisición de otros activos reales o en su defecto financieros que proporcionarán rentas y/o servicios a la empresa durante un tiempo. Los recursos y bienes utilizados en toda inversión constituyen el capital invertido.

3.4.2 Clasificación General de las Inversiones

Según su función:

- Inversiones de renovación o remplazo
- Inversiones de expansión
- Inversiones de modernización o innovaciones
- Inversiones estratégicas

Según el sujeto:

- Inversiones efectuadas por el Estado
- Inversiones efectuadas por particulares

Según el objeto:

- Inversiones reales
- Inversiones financieras

3.5 Clasificación de las Inversiones en CVG VENTALUM

Toda propuesta de inversión en CVG VENTALUM deberá ser justificada económica y técnicamente, siendo necesario para su aprobación la presentación mínima de los recaudos solicitados de acuerdo a los



lineamientos actuales. La propuesta de inversión deberá ser clasificada de acuerdo a su objetivo y avance según se indica a continuación:

3.5.1 Clasificación Según su Objetivo

3.5.1.1 Propuestas Generadoras de Ingresos

Los proyectos de inversión a incluir en esta clasificación serán aquellos cuya propia operación genere bienes o servicios transables para la venta a terceros, ya sea hacia el mercado nacional o internacional.

3.5.1.1.1 Metodología de Evaluación

Según la Corporación Venezolana de Guayana la evaluación de proyectos y programas de inversión bajo esta clasificación, se realizará mediante la metodología de Flujo de Caja Descontado, utilizando estimados más conservadores referentes a los costos y a las inversiones, a fin de garantizar el retorno sobre la inversión planificada. La evaluación se hará en base a las siguientes premisas:

- Tasa de descuento 14%.
- El horizonte económico será igual a la vida útil del activo principal, de acuerdo con las políticas contables de depreciación utilizadas por cada empresa, más el periodo de inversiones del proyecto.
- Las variables que cumplen el flujo de caja deberán cumplir las siguientes condiciones:

➤ Inversión

Como principio general, los programas y proyectos se financiarán con recursos propios. Se incluirán todos los costos indirectos requeridos para el funcionamiento integral y continuo del programa o proyecto durante el horizonte económico: operación, mantenimiento, servicios,

transportes, telecomunicaciones, informática, etc., en el año que correspondan; cuyos montos individuales deberán detallarse en el resumen técnico económico.

➤ **Ingresos**

Para el cálculo de los ingresos a percibir en el flujo de caja, se deben prever en términos reales, por ventas de exportación y ventas nacionales, utilizando los precios promedios correspondientes a los planes corporativos de mediano plazo y los ingresos se reflejarán en el año que correspondan. El año base no reflejará ingresos, solamente inversiones. No se incluirá el valor de salvamento. Para el cálculo del Impuesto sobre la Renta se utilizará la tasa definida en la ley de impuesto sobre la Renta y que le corresponda a cada empresa.

➤ **Indicadores Económicos**

Se tomará como indicador principal el Valor Presente Neto y los indicadores complementarios son los siguientes:

- Tasa Interna de Retorno (*TIR*)
- Tiempo de Pago (*TP*)
- Eficiencia de inversión (*EI*)

3.5.2 Propuestas Generadoras de Ahorros

Son aquellas inversiones cuya propia operación disminuya efectivamente los gastos operacionales reales de la empresa, es decir situación actual vs reparar / reemplazar y optimizar las operaciones mediante la reducción de costos. La justificación de estas inversiones deberán estar acompañadas por su estudio Técnico y Económico.

3.5.2.1 Metodología de Evaluación

La justificación de inversiones que generen ahorros deberá estar soportada por un informe técnico y económico, no deben justificar propuestas de compra vs alquiler sin antes demostrar la necesidad del activo en la empresa.

Los flujos de caja actual y propuesta seguirán individualmente los lineamientos descritos en la metodología para evaluar los proyectos generadores de ingresos. El flujo de caja actual no incluirá el valor de los activos ya existente como inversión inicial. En el flujo de caja de la situación propuesta se debe reflejar la totalidad de inversiones y los costos indirectos.

➤ Indicadores Económicos

Se utilizarán como indicadores económicos el Valor Presente Neto de cada una de las opciones. Para comparar opciones de diferentes horizontes económicos, se utilizará la metodología del Costo Anual Equivalente.

3.5.3 Inversiones Nuevas no Rentables

Son aquellas inversiones que obedecen a disposiciones de carácter obligatorio, que deben realizarse por exigencias o disposiciones legales, reglamentarias o técnicas de organismos nacionales o internacionales, que afecten a programas de operación como disposiciones ambientales, calidad de vida, seguridad, etc.

3.5.3.1 Clasificación Según su Avance

➤ Proyectos Nuevos

Inversiones cuyos desembolsos se inicien en el año a presupuestar. Estos proyectos deben ser evaluados de acuerdo con la metodología



descrita en los proyectos generadores de ingresos.

➤ **Proyectos en Progreso**

Inversiones cuyos desembolsos se hayan iniciado antes del ejercicio económico a presupuestar. A estos proyectos se le deberá realizar un análisis para determinar si es conveniente desde el punto de vista económico, continuar con la ejecución de los proyectos o programas en progreso.

3.5.4 Inversiones Capitalizables

Es toda aquella operación que tiende a incrementar el valor de los activos fijos de la empresa, que se justifiquen y permitan lograr los objetivos trazados. Como Inversiones capitalizables se consideran:

- **Construcciones o Adquisiciones Originales:** compra o construcción de un activo fijo nuevo que no existe en la empresa.
- **Ampliaciones:** son el resultado de aportar recursos financieros a un activo existente para ampliarlo o complementarlo.
- **Reemplazo:** comprende la sustitución total de un activo fijo que no reúne las condiciones, por otro que permite un rendimiento eficiente en condiciones normales de operación.
- **Mejoramiento:** comprende modificaciones, reemplazos parciales u otros cambios parciales efectuados a un activo fijo, mejorando su vida útil promedio, con excepción de los vehículos cuya reparación debe ser llevada a gastos.
- **Reconstrucciones:** restauración que implica un incremento directo de la vida útil remanente de un activo fijo.
- **Adiciones:** toda construcción o adquisición de bienes similares a activos fijos existentes.



3.5.5 Proyecto de Inversión

Un proyecto de inversión es un plan estructurado, detallado y analizado que, asignado un determinado capital, producirá un bien o servicio de utilidad para una o un conjunto de personas en particular. De acuerdo con la finalidad de la inversión, los proyectos se clasifican según el objetivo de la asignación de los recursos: creación de nuevas empresas, remplazo de activos, ampliación, abandono, externalización (outsourcing) e internalización. Los proyectos de creación de nuevas empresas corresponden a inversiones que permitirían implementar o emprender un negocio nuevo. Los proyectos de remplazo son los que buscan medir la conveniencia de una sustitución. Se originan por una de las cuatro razones siguientes:

- Capacidad insuficiente de los equipos existentes para enfrentar una mayor demanda o lograr una mejor precisión de los diagnósticos.
- Aumento en los costos de funcionamiento y mantenimiento asociado con la antigüedad del equipo.
- Productividad decreciente por las detenciones cada vez más frecuentes de los equipos usados, para hacer una reparación correctiva o un mantenimiento preventivo.
- Obsolescencia comparativa o de imagen que ocasionan los cambios tecnológicos o los cambios ergonómicos.

Los proyectos de ampliación son aquellos que generan mayor capacidad de producción o atención, tanto por la expansión de un servicio existente como por la integración de otro nuevo. Los proyectos de abandono son los que se denominan comúnmente como de desinversión y corresponden a la eliminación de áreas de actividad ineficientes (o no rentables) o al cierre de unidades que, siendo eficientes (o rentables), permitan liberar recursos que pueden ser utilizados en otras áreas más



eficientes o rentables.

Los proyectos de externalización u outsourcing son similares en su evaluación al procedimiento seguido en los proyectos de abandono, con la diferencia de que la actividad que se deja de realizar internamente es sustituida por la prestación del mismo servicio mediante el contrato de uno externo. Estos proyectos generalmente corresponden a tareas secundarias dentro de la institución que posibilitan, con su externalización, lograr una serie de ventajas como las que se obtienen al concentrar los esfuerzos del grupo humano en menos pero más prioritarias tareas, compartir el riesgo de la obsolescencia técnica con el proveedor del servicio o aumentar la eficiencia al traspasar actividades a expertos.

Los proyectos de internalización son lo opuesto a las inversiones en outsourcing y corresponden a la ejecución interna de tareas o procesos que hasta ahora se contrataban externamente. Este tipo de proyectos se fundamenta en la conveniencia de aumentar la productividad mediante el desarrollo de más actividades con los mismos recursos, en oposición al procedimiento de reducir recursos y seguir haciendo las mismas actividades. Esto es principalmente válido cuando existen capacidades ociosas en ciertas atenciones, tiempo de trabajo de personal o espacios físicos.

3.5.5.1 Estudios de Viabilidad

Es común considerar a la evaluación de un proyecto como una técnica de decisión por sí sola, aunque en este texto se intentará demostrar que es únicamente una fuente de información que contribuye a tomar la decisión. Antes de realizar la evaluación de un proyecto existe una gran incertidumbre acerca de los resultados que se podrían esperar si se llega a materializar la inversión o de si están dadas las condiciones que asegurarían un mínimo de confianza de éxito. Aparte de la intuición, los



estudios de viabilidad, en este sentido, contribuyen a clarificar si el proyecto es posible de hacer desde cinco perspectivas distintas, ya que podría fracasar si una sola fuese inviable: la técnica, legal, económica, de gestión y política.

- **La viabilidad técnica** debe comprobar si es posible, física o materialmente, hacer el proyecto.
- **La viabilidad legal** debe verificar la inexistencia de restricciones legales para la habilitación y operación normal del proyecto. Aunque en la gran mayoría de los casos este estudio es desarrollado por expertos en el área legal, es posible que el propio evaluador investigue el marco normativo que pudiera restringir el desarrollo del proyecto.
- **La viabilidad económica** debe determinar la magnitud de los beneficios netos del proyecto, mediante la comparación de sus costos y beneficios proyectados. Como se mencionó antes, no porque un proyecto muestre un resultado no rentable se debe rechazar. Otras consideraciones (humanitarias, estratégicas, éticas o políticas) podrán tener prioridad sobre ésta. Sin embargo, siempre será recomendable conocer la cuantía del costo que se deberá asumir por aceptar un proyecto no rentable.
- **La viabilidad de gestión** debe demostrar que existen las capacidades gerenciales para llevar a cabo el proyecto en forma eficiente. Una de varias opciones para medir esto se relaciona directamente con la calidad del trabajo realizado por el evaluador del proyecto. Si el estudio de viabilidad económica exhibe deficiencias notorias, es muy posible que se presuma que la incapacidad para hacer un buen análisis o para hacerse asesorar en una etapa tan decisiva del proyecto, se mantendrán una vez implementado el proyecto.



- **La viabilidad política** debe preparar la información para adecuarla a los requerimientos de cada uno de los agentes que participan de la decisión de aprobación o rechazo del proyecto: la gerencia, los socios propietarios, los distintos integrantes con intereses a veces también muy distintos del directorio, la entidad financiera que podría aportar los recursos financieros para ejecutar el proyecto, etcétera. Como cada uno de ellos puede tener distintos grados de aversión al riesgo, información, expectativas, recursos y opciones de inversión, entre otros, la forma de considerar la información que proviene de un mismo estudio puede ser interpretada de una manera muy diferente por cada uno de ellos.

Hay una sexta viabilidad, la del **impacto ambiental**, que generalmente no le corresponde efectuar al evaluador de la viabilidad económica del proyecto. Su importancia, sin embargo, radica en que las restricciones de impacto ambiental existentes condicionarán las viabilidades anteriores. Por ejemplo, un proyecto con emisión de gases sobre la norma preestablecida no es viable legalmente si no se ajusta en su tamaño, ubicación y tecnología.

3.5.5.2 Elementos de un Proyecto de Inversión

- **Inversión Inicial:** Desembolso inicial requerido para arrancar el proyecto. Se considera negativo dado que implica una erogación que parte del inversor. Generalmente, es inversión en capital de trabajo y activos fijos.
- **Flujos Netos de Caja:** Diferencia entre los ingresos de dinero que producirá la inversión y los egresos de dinero que se generarán por la inversión, ambos referidos al final del período t .
- **Tasa de Costo del Capital:** Costo de una unidad de capital invertido en una unidad de tiempo.
- **Horizonte Económico de la Inversión:** Es la vida útil del proyecto o el

plazo total previsto durante el cual el mismo generará ingresos. Generalmente, se establece en años.

- **Valor residual:** Valor de desecho del proyecto. Es el ingreso extra que generará el proyecto al finalizar el horizonte económico.

3.5.5.3 Etapas de los Proyectos de Inversión

Las etapas del proyecto de inversión se presentan en la siguiente tabla (Ver Tabla 3)

Tabla 3: Etapas de un Proyecto de Inversión

Etapas	Descripción
1. Estudio Legal	Referido a las condiciones de salubridad, seguridad ambiental, régimen de promoción industrial, etc.
2. Estudio de Mercado	Dimensión de la demanda, calidad, precio, comercialización, competencia, etc.
3. Ingeniería del Proyecto	Análisis de las técnicas a adoptar en base a los equipos a utilizar, tecnologías apropiada, distribución de equipos en la planta, posibles problemas técnicos, etc.
4. Tamaño y Localización	Análisis de la infraestructura requerida para satisfacer la demanda, disponibilidad de mano de obra, ubicación física considerando costos de transporte, etc.
5. Magnitud y estructura de la inversión	Se refiere al volumen y discriminación del capital que se necesita para la inversión
6. financiamiento	Referido a las distintas fuentes a las que se recurrirá por el capital prestado, cuando el propio no es suficiente.
7. Estudio Económico y Financiero	Ordenar y sistematizar toda la información referida al aspecto monetario, que surgen de las etapas anteriores, estructuradas a modo de cuadros analíticos, que serán estudiados en la etapa siguiente.
8. Evaluación Económica y Financiera	Análisis de la información proveniente de la etapa anterior, con miras a tomar la decisión correcta.

Fuente: Página Web de CVG VENALUM (<http://venalumi>)

3.5.5.4 Criterios de Evaluación

La evaluación del proyecto se puede efectuar teniendo el aspecto privado y el aspecto social, y dependerá del fin que se persiga en cada caso en particular. Se debe efectuar un análisis financiero, empleando distintos procedimientos que permitan medir aspectos tales como el capital agregado a la empresa, la rentabilidad, el tiempo necesario para recuperar la inversión; estos procedimientos se denominan criterios de evaluación del proyecto de inversión: distintos procedimientos financieros que se utilizan para la medición de ciertos aspectos cuantitativos de un proyecto. Estas mediciones se deben realizar en una instancia previa al momento de iniciar el proyecto; de esa forma, el conocimiento de los valores que surjan de la evaluación permitirá tomar una decisión.

Los criterios a analizar son:

- Valor Presente Neto, *VPN*
- Costo Anual Uniforme Equivalente, *CAUE*
- Tasa Interna de Rentabilidad, *TIR*
- Período de Recuperación, *PR*

3.6 Valor Presente Neto (*VPN*)

El Valor Presente Neto es el valor actual de los flujos de caja netos menos la inversión inicial. Para determinar una decisión de inversión o evaluar los proyectos de operaciones dentro de la empresa y las posibles compras de otras empresas o en su defecto valorar equipos especiales, los administradores utilizan el Valor Presente Neto (*VPN*) del ingreso futuro proveniente de la inversión.

Para obtener el Valor Presente Descontado (*VPD*) la organización utiliza el flujo de rendimientos netos (futuros ingresos del proyecto) tomando en

cuenta una tasa de interés, y lo compara contra la inversión realizada. Si el Valor Presente Descontado es mayor que la inversión, el Valor Presente Neto será positivo y la empresa aceptará el proyecto. Si el Valor Presente Descontado fuera menor que la inversión la empresa lo rechazaría. En caso de que el Valor Presente Neto resulte igual a cero, entonces se dice que el proyecto es indiferente. La condición indispensable para comparar alternativas es que siempre se tome en la comparación igual número de años, pero si el tiempo de cada uno es diferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa. El *VPN* se calcula utilizando la fórmula que se describe a continuación:

$$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1 + TMAR)^n} + \frac{VS}{(1 + TMAR)^n}$$

Dónde:

P = Inversión Inicial.

FNE = Flujo Neto de Efectivo del periodo *n*.

VS = Valor de Salvamento al final de periodo *n*.

TMAR = Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente los *FNE* y el *VS*.

3.7 Costo Anual Uniforme Equivalente (*CAUE*)

El método de *CAUE* consiste en convertir todos los ingresos y egresos, en una serie uniforme de pagos aplicando la fórmula siguiente:

$$CAUE = I_0(A/P, i, n) + C$$

Dónde:

I_o = Inversión inicial.



A/P = Anualidad de un Flujo Neto.

i = Tasa de Interés.

n = Años de vida útil de la maquinaria.

C = Costo anual de operación.

Si él **CAUE** es positivo, es 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 y en consecuencia el proyecto debe ser rechazado.

3.8 Análisis de Sensibilidad

Es un término financiero, muy utilizado en el mundo de la empresa a la hora de tomar decisiones de inversión, que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN (en un proyecto, en un negocio, etc.), al cambiar una variable (la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, los costes, etc.). De este modo teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN podremos calcular o mejorar nuestras estimaciones sobre el proyecto que vamos a comenzar en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores iniciales de apreciación por nuestra parte en los datos obtenidos inicialmente.

Para hacer el análisis de sensibilidad tenemos que comparar el VAN antiguo con el VAN nuevo y nos dará un valor que al multiplicarlo por cien obtendremos el porcentaje de cambio. La fórmula a utilizar es la siguiente: Donde VANn es el nuevo VAN obtenido y VANe es el VAN que teníamos antes de realizar el cambio en la variable.

3.9 Estudio Técnico

A través del Estudio Técnico se diseña la función de producción óptima que mejor utiliza los recursos disponibles para realizar las inversiones.



3.9.1 Aspectos que Deben Considerarse en la Justificación Técnica de una Inversión

- Origen de la solicitud (¿Cuál es el problema?)
- Consecuencias de la problemática actual.
- Número de fallas promedio mensual o anual, frecuencia de mantenimiento, vida operativa.
- Déficit de los niveles de producción.
- Exceso en consumo de insumos.
- Accidentabilidad (frecuencia).
- Contaminación Ambiental.
- Enfermedades Profesionales.
- Costos adicionales (contratación de servicios, repuestos, etc.)

3.9.2 Beneficios Esperados

- Impacto que se logrará en la calidad del producto o servicio.
- Mejoras en términos de seguridad (accidentabilidad, condiciones inseguras).
- Incremento o normalización de los niveles de producción de acuerdo a metas, requerimientos, planes, etc.
- Reducción de desperdicios, rechazos, consumo de insumos, etc.
- Mejoras en condiciones de trabajo (ergonomía, ruidos, polvos, vibraciones, visibilidad, salud, etc.).
- Impacto Ambiental.
- Reducción de Frecuencia de intervenciones.

3.9.3 Aspectos Inherentes al Proyecto

- Asistencia técnica requerida
- Posibles proveedores en función de la tecnología
- Disponibilidad de repuestos, servicios, materiales, etc.



- Obras civiles requeridas
- Costos adicionales por nacionalización, impuestos, fletes, etc.
- Servicios de mantenimiento especial y/o externo que se requieran.
- Disponibilidad de recursos humanos para las operaciones.
- Servicios industriales requeridos.
- Compatibilidad con sistemas actuales.
- Actualización de tecnología.

3.9.4 Aspectos a Considerar en la Evaluación Económica de Inversiones

1. Descripción del Proyecto.
2. Gerencia Solicitante.
3. División/Superintendencia/Departamento solicitante.
4. Tipo de Inversión (sugerido por el usuario y determinado por la gerencia de ingeniería industrial).
 - 4.1. Según su Objetivo:
 - Generadoras de ahorros.
 - Generadoras de ingresos.
 - Reemplazos o mantenimiento mayor.
 - Inversiones nuevas no rentables.
 - 4.2. Según su Avance.
 - Proyecto nuevo.
 - Proyecto en proceso.
5. Evaluación Técnica del Proyecto.
 - Situación actual.
 - Repotenciación
6. Evaluación económica.



3.9.5 El Horizonte de la Planeación

También llamado el intervalo de tiempo que está determinado por el periodo durante el cual va a realizarse el análisis y mientras más pequeño sea el horizonte de planeación, más exacto resulta el análisis.

3.9.6 La Disponibilidad de Capital

El capital disponible se utilizará para realizar la compra de los activos según lo planeado y lo proyectado.

3.9.7 La Vida Económica de los Bienes

Se entiende por vida económica el periodo para el cual el costo anual uniforme equivalente es mínimo. Para los activos antiguos, no se tiene en cuenta la vida útil restante, ya que casi todo puede mantenerse funcionando indefinidamente pero a un costo que puede ser excesivo si se repara constantemente.

3.10 Fallas

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

3.11 Clasificación de las Fallas

Las fallas pueden clasificarse:

3.11.1 Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

3.11.2 Fallas Adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente

que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

3.11.3 Fallas Tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento del aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc).

3.12 Mantenimiento

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

El mantenimiento no es más que un conjunto de actividades que tienen como objetivo garantizar la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones de modo tal que permita atender a un proceso de producción o de servicio con confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

3.13 Tipos de Mantenimiento

Lo que caracteriza a los diferentes tipos de mantenimiento existentes es la forma en que se realiza la intervención de los equipos sistemas o instalaciones.

Serán definidos solo los que se tomaran en cuenta para efectos de la investigación:

3.13.1 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. El mantenimiento correctivo es la

acción que se realiza para la corrección de la falla o del desempeño menor que el esperado. Al actuar sobre un equipo que presente un defecto o un desempeño diferente del deseado estamos haciendo un mantenimiento correctivo. Existen dos condiciones específicas que llevan a realizar este tipo de mantenimiento: Desempeño deficiente indicado por el control de las varillas operacionales y ocurrencia de falla. De este modo, la acción principal en el mantenimiento correctivo es corregir o restaurar las condiciones del equipo o sistema. 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 provocó la falla.

- **Mantenimiento Curativo (de reparación)**

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

3.13.2 Mantenimiento Preventivo

Consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. 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.

Los procedimientos de Mantenimiento Preventivo (MP) debieran incluir:

- Una descripción detallada del trabajo a realizar y cómo realizar este trabajo.



- Todos los repuestos o partes que deben ser reemplazadas o reemplazadas condicionalmente y las condiciones que determinan dicho reemplazo.
- Un listado detallado de todo otro material y consumos que serán requeridos para realizar el trabajo.
- El nivel de conocimiento (oficio, habilidad, etc.) requerido para realizar el trabajo.
- Las horas de mano de obra que debieran necesitarse para realizar el trabajo.
- La frecuencia con la cual debiera realizarse este trabajo. Esto puede ser basado en calendario, tal como semanal, mensual u otro intervalo de tiempo o basado en contador tal como horas de uso del equipo.
- Planos, diagramas, imágenes y otras ayudas para realizar el trabajo correctamente.
- Procedimientos de validación y pruebas.
- Procedimientos de documentación e informes.
- Lecturas y Mediciones a ser registradas, con sus rangos de aceptabilidad.

3.13.3 Mantenimiento Rutinario

Son aquellas actividades de mantenimiento que incluyen tareas de conservación que incluyen labores que se llevan a cabo con una periodicidad fija o de que haya que efectuarlas sólo cuando la evolución del estado del elemento a conservar lo demande. Son básicamente trabajos de inspección, limpieza, pintura, ajustes, arreglos generales, etc.

3.13.4 Mantenimiento Programado

Son previsiones del plan de mantenimiento o actividades programadas para



corregir defectos detectados durante el mantenimiento preventivo y que deben ser reparados antes de que se produzca el fallo. Tales operaciones deben ser realizadas en función de los recursos disponibles.

3.14 Costos de Mantenimiento

Son los costos en los que incurre el personal de mantenimiento de una organización con la finalidad de garantizar el funcionamiento adecuado de las maquinarias, equipos, infraestructuras, herramientas, etc.

3.15 Factor de Servicio

La utilización, o factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un equipo durante un período determinado.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

La metodología de un proyecto contiene los tipos de investigación, la población y muestra, las técnicas y los procedimientos que van a ser usados en el estudio.

4.1 Tipo de Estudio

El presente estudio se realizó como una investigación no experimental, de tipo descriptivo evaluativo. Es no experimental, debido a que no se realiza manipulación en forma deliberada de la variable independiente, simplemente se procede a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Es de carácter descriptivo, porque permite describir, registrar, analizar e interpretar los procesos ejecutados por el Departamento de Varillas y Refractarios; y por último es de carácter evaluativo, debido a que permite determinar las condiciones tanto físicas como técnicas del sistema de soldadura por fricción *Friction Welder*, y lograr el mejoramiento de los procesos.

Se realizó una investigación de campo puesto que se recolecta la información necesaria de manera directa con todos los elementos involucrados, interactuando con los supervisores, los operarios de la máquina *Friction Welder*, y demás operarios que laboran en el turno, observando la situación real en el que se encuentran la máquina y las varillas ya que esto permite la objetividad de plantear las alternativas de inversión.



4.2 Población y Muestra

De acuerdo con WEIERS 1989, la población es definida como: “ el total de elementos sobre el cual queremos hacer una inferencia basándonos en la información relativa a la muestra” y la muestra es definida como: “la parte de la población que seleccionaremos, medimos y observamos”. (pág. 97).

Referente a lo ante mencionado y para efecto de la investigación la población y la muestra la representa la maquina *Friction Welder V-200* con la que cuenta actualmente la empresa, por lo tanto la población y la muestra son coincidentes.

4.3 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Una vez definido el tipo de estudio a realizar y la muestra adecuada al problema de estudio, la siguiente etapa consiste en realizar la recolección de datos e información que sea pertinente.

Entre otros aspectos de importante relevancia de instrumentos se tienen:

4.3.1 Entrevistas no Estructuradas

Para facilitar la obtención de información, datos, opiniones, referencias y conocimientos técnicos, se realizaran entrevistas no estructuradas a los Superintendentes de las unidades involucradas, a los Analistas del Departamento de Costos y la Gerencia de Ingeniería Industrial, y a todo el personal capaz de aportar información necesaria para llevar a cabo dicha investigación.

4.3.2 Observación Directa

Constituye la principal fuente de información, esta permite comprobar, verificar, identificar y captar de manera física todo el proceso al que está



sometido el estudio, de esta manera se describe de una mejor manera los fenómenos que ocurren y su posible solución, esta se enfocó en observar el proceso de reparación de las puntas de la varillas y además de observar todos y cada uno de los procesos en el que se veía involucrada la varilla anódica.

4.3.3 Revisión Bibliográfica

Permitió consultar las fuentes de informaciones posibles como libros, guías, tesis, publicaciones en la Web que tuvieran relación con el estudio de evaluación técnico – económica.

4.4 Materiales y Equipos

Son todos los recursos utilizados para la recopilación de datos, cálculos y redacción del informe:

4.4.1 Equipos Utilizados

- Equipos de protección personal
- Botas de seguridad
- Pantalón (Jean)
- Camisa (manga larga)

4.4.2 Recurso humano

- Personal bibliotecario
- Jefe y empleado del departamento y taller de varillas y refractarios,
- Tutor industrial
- Tutor académico

4.4.3 Materiales

- Informes técnico
- Calculadora



- Lápices y bolígrafos
- Reportes
- Computador e impresora

4.5 Procedimiento de Investigación

1. Revisión consulta de la información bibliográfica referente a la metodología de evaluación para los proyectos de inversión, costos, mantenimiento de los subsistemas de la máquina *Friction Welter*.
2. Entrevistas al personal que labora en el Departamento de Varillas y Refractarios y el Departamento de Envarillado con el fin de recopilar la información necesaria.
3. Identificación de la situación actual del Departamento y la máquina a estudiar, para ello se elabora un diagrama de Ishikawa determinando así las causas principales que afectan la capacidad de procesamiento de la máquina *Friction Welder*.
4. Elaboración de gráficos para el análisis en la tendencia de fallas de la máquina los 3 últimos años.
5. Análisis y tabulación de los datos necesarios: índice y tipos de fallas, frecuencia en los sistemas y subsistemas, y el motivo de ellas.
6. Realización de la evaluación técnica-económica de la adquisición de la nueva máquina.
7. Comparación los resultados obtenidos con la situación actual, con la finalidad de proponer mejoras al proceso.
8. Validación los resultados obtenidos con el personal de CVG VENALUM.

CAPITULO V

SITUACION ACTUAL

El presente capítulo describe la situación actual existente en el sistema de acondicionamiento y ensamblaje de varillas anódicas, específicamente el de sustitución de puntas de las varillas anódicas, llevado a cabo por la máquina *Friction Welder* del Departamento de Varillas y Refractarios.

5.1 Diagnóstico de la Situación Actual del Departamento de Varillas y Refractarios

El Departamento de Varillas y Refractarios, tiene como función entre otras la reparación y acondicionamiento de las varillas anódicas defectuosas provenientes del Departamento de Envarillado de Ánodos; para llevar a cabo esta labor cuenta con una serie de operaciones dentro de las cuales podemos destacar: soldadura de bimetálico, relleno de barras erosionadas, enderezado de barras, desprendimiento de la colada adherida, reparación de refractarios y soldadura automatizada de puntas de yugo por fricción (*Friction Welder*).

Para llevar a cabo el acondicionamiento de las varillas con defectos; el Departamento de Varillas y Refractarios cuenta dentro sus instalaciones con (9) nueve estaciones de trabajo y (2) dos patios de selección-ordenamiento de varillas. El plano que a continuación se presenta, esquematiza la distribución de planta actual del Departamento, en el mismo se puede apreciar la ubicación de cada una de estas estaciones de trabajo. (Ver figura 9).



Figura 9: Distribución de Planta del Departamento de Varillas y Refractarios

Fuente: Apéndice A

Leyenda:

- Sierra Vertical
- Corte de Puntas
- Corte de Rebaba
- Ensamblaje de Yugos
- Ensamblaje de Bimetálico
- Soldadura Automática (*Friction Welder*)
- Carboneo
- Rompe Colada
- Enderezadora de Barra
- Patio de Selección -Ordenamiento de Varillas

Dentro los objetivos del Departamento de Varillas y Refractarios esta asegurar la calidad, cantidad y oportunidad de varillas ensambladas, recuperadas y reparadas.

Es así como a través de este conjunto de operaciones el Departamento de Varillas y Refractarios asegura la disponibilidad y acondicionamiento de las



varillas anódicas utilizadas en el proceso de envarillado de ánodos del área de carbón, garantizando la continuidad en el ensamblaje de ánodos envarillado, componente esencial en el proceso de reducción de aluminio.

A finales del año 2009 CVG VENALUM disminuye sus niveles de producción al sacar de operación aproximadamente al 45% de las celdas operativas a causa de la problemática energética por la que atravesaba el país. Para el año 2012 específicamente para los meses de marzo y abril CVG VENALUM desincorpora aproximadamente el 47% de las celdas en producción para el momento, esto a causa de no cumplir con uno de sus parámetros operativos que establece, que un ánodo en celda tiene una vida útil nominal de 22 días, la causa que generó esta situación respondía entre otros aspectos a la falta de insumos para producir ánodos y además, paros laborales generados en ese momento. El resultado de estas irregularidades afectó directamente al departamento de varillas al no estar preparado para tal situación en la cual se incrementó la cantidad de varillas defectuosas a reparar.

5.1.1 Mano de Obra

La mano de obra requerida en un turno de trabajo para la reparación de varillas con puntas defectuosas que requieran ser sustituidas, se define mediante tres (3) operaciones fundamentales:

- Corte de Puntas Dañadas
- Sustitución de la(s) punta(s) dañada(s) a través de la Soldadura automática por fricción. (Utilizando la máquina *Friction Welder*)
- Corte de la rebaba (resultante de la soldadura de la punta nueva).

Hasta finales del año 2009, CVG VENALUM se encontraba operando a su máxima capacidad (905 celdas operativas), para ese entonces el

Departamento de Varillas y Refractarios trabajaba dos (2) turnos por día, cinco (5) días a la semana. (Ver Tablas 4 y 5).

Tabla 4: Distribución Fuerza Laboral por Estación de Trabajo (Turno II)

Turno	Cargo	Puesto de Trabajo	Total
Turno II	Operador de Yugos	Carga y descarga <i>Friction Welder</i>	1
		Grúa puente	1
	Soldador	Oxicorte (Corte de Puntas)	1
		<i>Friction Welder</i>	1
		Corte de Rebaba	1
	Operador de Equipo Móvil	Operador de equipo móvil (montacargas)	1
	Total Mano de Obra		6

Fuente: Gerencia de Ingeniería Industrial

Tabla 5: Distribución Fuerza Laboral por Estación de Trabajo (Turno III)

Turno	Cargo	Puesto de Trabajo	Total
Turno III	Operador de Yugos	Carga y descarga <i>Friction Welder</i>	2
		Grúa puente	1
	Soldador	Oxicorte (Corte de Puntas)	1
		<i>Friction Welder</i>	1
		Corte de Rebaba	1
	Operador de Equipo Móvil	Operador de equipo móvil (montacargas)	1
	Total Mano de Obra		7

Fuente: Gerencia de Ingeniería Industrial

Es en abril del 2012 cuando el Departamento de Varillas y Refractarios implementa un tercer turno de trabajo, y su Jornada de Trabajo Total por semana cambia y pasa a ser tres (3) turnos por día, siete (7) días a la semana; el objetivo de dicho cambio en la jornada de trabajo era poder contar con la mano de obra necesaria para las operaciones de reparación de puntas con la *Friction Welder*, esto en consecuencia de lo ocurrido a principio del año 2012 mencionado a comienzo de este capítulo, en donde se evidencio un incremento en la cantidad de varillas con defectos.

La Tabla 6 corresponde a la mano de obra del nuevo turno implementado

durante el año 2012 (Turno 1), que lleva a cabo el proceso de sustitución de puntas dañadas en las varillas.

Tabla 6: Distribución Fuerza Laboral por Estación de Trabajo (Turno I)

Turno	Cargo	Puesto de Trabajo	Total
Turno I	Operador de Yugos	Carga y descarga <i>Friction Welder</i>	2
		Grúa puente	1
	Soldador	Oxicorte (Corte de Puntas)	1
		<i>Friction Welder</i>	1
		Corte de Rebaba	1
	Operador de Equipo Móvil	Operador de equipo móvil (montacargas)	1
	Total Mano de Obra		7

Fuente: Gerencia de Ingeniería Industrial

5.1.2 Insumos y Equipos

5.1.2.1 Materia Prima (Soldadura por fricción)

Para realizarla reparación de las varillas anódicas que tengan defectos en la(s) punta(s) y en la cual sea necesario sustituir alguna(s) de esta(s), se utilizan puntas de yugo cuyo material es acero ASTM-A105, según plano VENALUM N° 50-01-T-2001. (Ver Anexo 1).

En la actualidad el proveedor de puntas de yugos es la empresa Forja Santa Clara. El material utilizado por esta empresa para la fabricación de las puntas, es acero SAE 1008 y el método utilizado para la elaboración de la misma es el forjado, esto, según información suministrada por la empresa Forja Santa Clara. (Ver Anexo 2). La siguiente figura muestra las puntas elaboradas por Forja Santa Clara. (Ver Figura 10).



Figura 10: Puntas Forjada de Acero, Fabricada por Forja Santa Clara
Fuente: Propia del Autor

Según información suministrada por la Gerencia de Mantenimiento Industrial a través de informe N° DMP – 012- 2012 (Ver Anexo 3), se ha observado que la máquina *Friction Welder* en la actualidad realiza un mayor esfuerzo para soldar las puntas, para lo que afirman que esto podría deberse a que se están soldando puntas fuera de las especificaciones técnicas en cuanto material (dureza) y dimensión (altura y diámetro).

La Tabla 7 muestra el resto de los materiales y equipos utilizados en la reparación de puntas, necesarios para poder cumplir con el acondicionamiento de las varillas anódicas, la siguiente tabla muestra cada uno de estos.

Tabla 7: Materiales y Equipos

Estación de Trabajo	Insumos	Equipos
Corte de Puntas	<ul style="list-style-type: none"> • Gas acetileno • Gas oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Montacargas • Grúa Puente • Soplete • Manómetro de Acetileno • Manómetro de Oxígeno
Soldadura de Puntas	<ul style="list-style-type: none"> • Puntas de Acero 140 x 180 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina <i>Friction Welder</i> • Montacargas
Corte de Rebaba	<ul style="list-style-type: none"> • Gas acetileno • Gas oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Montacargas • Soplete • Manómetro de Acetileno • Manómetro de Oxígeno

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios



El no contar con estos materiales y equipos, afectaría el acondicionamiento de varillas anódicas, por ende la incorporación de celdas. En el anexo 4 encontrarán la cantidad de insumos requeridos para el año 2013.

5.1.3 Procedimiento de Trabajo

El siguiente procedimiento contempla las operaciones necesarias para realizar las labores de Corte de Punta(s), Soldadura de Punta(s) de Yugo por Fricción y Corte de Rebaba.

5.1.3.1 Corte de Punta:

Operador Equipo Móvil Industrial:

- 1 Traslade las varillas anódicas en lotes de siete (7) unidades desde el patio de almacenaje externo del Departamento de Varillas y Refractarios.
- 2 Coloque el lote de varillas en el área de corte de puntas.

Soldador:

- 3 Coloque las varillas en la mesa de corte de puntas dañadas. (Ver anexo 5)
- 4 Limpie al área de corte de la varilla con el cepillo de alambre.
- 5 Encienda el soplete y gradúe la llama.
- 6 Acerque el soplete a la punta seleccionada en el yugo y precaliéntela, posteriormente Corta la(s) punta(s), según el caso.
- 7 Detenga el equipo de oxicorte y desmonte la varilla con punta(s) cortada(s) de la mesa de corte, colóquelas en lote de siete (7) varillas.

5.1.3.2 Soldadura por Fricción:

Operador Equipo Móvil Industrial:



- 1 Traslade las varillas en lotes de siete (7) del lugar de almacenamiento temporal de varillas con puntas cortadas hasta el área de Soldadura por Fricción.
- 2 Coloque el lote de varillas cerca del área de carga de la máquina *Friction Welder*.

Operador Integral

- 3 Enganche la cadena en la uña del montacargas para que el Operador Equipo Móvil Industrial levante la varilla. Posteriormente traslade (manualmente) las varillas al área de carga del sistema aéreo.
- 4 Espere que el segundo Operador Integral de Varillas, ubicado en el puente de carga y descarga, proceda a enganchar manualmente la varilla en el carro porta varilla.
- 5 Retire la cadena de la varilla guindada y desplace dicha varilla, manualmente, por el sistema aéreo.
- 6 Repita los pasos 5.1.3.2. (1) hasta el 5.1.3.2. (4) hasta llenar los veintiún (21) carro porta varillas que componen el sistema aéreo.

Soldador:

- 7 Diríjase al panel de control de la *Friction Welder* (Ver Anexo 6), y seleccione la operación automático, a través del seleccionador "Manual-Automático", posteriormente oprima los botones "Re-fijar y Encendido" para poner en marcha las bombas del sistema hidráulico.
- 8 Proceda a cargar manualmente el transportador con puntas en cada juego de placas.
- 9 Elija la posición manual a través del seleccionador "Manual-Automático" ubicado en el panel de control.
- 10 Oprima, en el panel de control, el botón "Garras Cargador de Puntas Abiertas". Seguidamente oprima el botón "Avance

- Transportador", hasta ver que la primera punta esté ubicada entre las garras del cargador.
- 11 Oprima el botón "Garras del Cargador de Puntas Cerradas" ubicado en el mismo panel.
 - 12 Seleccione la operación automático a través del seleccionador "Manual-Automático" en el panel de control.
 - 13 Pulse el botón "Subir Cargador de Punta" y a su vez seleccione la punta a soldar de la varilla en el panel de control.
 - 14 Desplace la varilla hasta el girador (polipasto). Presione el botón "girar" (derecha o izquierda) dependiendo de la punta a soldar hasta alinearla con la punta que está en el mandril.
 - 15 Compruebe la calidad de la punta de yugo con la plantilla de verificación correspondiente, según plano N° 24-01-D-1082 (Ver Anexo 7).
 - 16 Proceda a cerrar la "Guarda de Seguridad", una vez ubicada la varilla en el mandril.
 - 17 Accione el botón de "Tope Final Adentro" y luego posicione manualmente la varilla, súbala con el girador pulsando el botón "Arriba" hasta ubicarla en los topes.
 - 18 Proceda a subir la unidad de elevación, presionando el botón "Unidad de Elevación Arriba".
 - 19 Tome la medida de referencia para la soldadura de la varilla, para ello accione el *switch* en posición manual de la máquina, luego baje el elemento anódico pulsando el botón "Bajar Elemento Anódico".
 - 20 Verifique la medida de referencia, para ello accione el switch de "Ajuste de Posición de Referencia" a posición "ON" y pulse el botón rojo de "Posición de Referencia". Una vez tomada la medida de referencia coloque la posición del *switch* de "Ajuste de Referencia" a su posición original o inicial.



- 21 Suba el elemento anódico, pulsando el botón "Subir Elemento Anódico" y coloque la máquina en automático usando el botón "Manual-Automático".
- 22 Accione el botón "Soldar".
- 23 Retire la "Guarda de Seguridad", una vez concluido el ciclo de soldadura y espere que baje la varilla.
- 24 Suba (manualmente) la varilla al pasar los topes para que no choquen con la unidad de elevación. Posteriormente desplace la varilla hacia el riel del sistema aéreo.
- 25 Traslade la varilla hacia la zona de puente de carga y descarga.
- 26 Repita los pasos 5.1.3.2 (4) hasta el 5.1.3.2 (18) hasta soldar las veintiún (21) varillas que fueron colocadas en el sistema aéreo

Operador Integral de Varillas:

- 27 Agrupe, manualmente, las varillas (ya reparadas) en el riel.
- 28 Espere que el Operador Equipo Móvil Industrial baje las varillas y las coloque, junto con los dos (2) Operadores Integral de Varillas, en grupos de siete (7) unidades, separadas entre sí por listones de madera.
- 29 Coloque un punto de soldadura a 1 ½" tomando como referencia el extremo de la punta reparada.

Operador Equipo Móvil Industrial:

- 30 Traslade las varillas al área de corte de rebaba.

5.1.3.3 Corte de Rebaba:

Operador Equipo Móvil Industrial:

- 1 Coloque una a una las varillas anódicas sobre la mesa de corte de rebaba hasta completar doce (12).

Operador Integral de Varillas:



- 2 Gire, conjuntamente con el Soldador, las varillas anódicas en la mesa y colóquelas en la posición apropiada para el corte de rebaba (Ver Anexo 8).

Soldador:

- 3 Encienda el equipo de oxicorte y gradúe adecuadamente el flujo o mezcla de oxígeno y acetileno.
- 4 Corte la rebaba en cada una de las varillas anódicas y coloque el desperdicio en el recipiente para desechos ferrosos que posteriormente serán trasladados al área de envarillado de ánodos para ser fundidos en los hornos de inducción.
- 5 Limpie, con la espátula, la escoria resultante del proceso de corte.

Operador Integral de Varillas:

- 6 Inspeccione las condiciones generales de las varillas anódicas y apílelas en lotes de siete (7) y proceda de acuerdo a lo siguiente:
 - Si la varilla está en buenas condiciones solicite al Soldador que le coloque un punto de soldadura a 1 ½" tomando como referencia el extremo de la punta reparada.
 - Posteriormente solicite al Operador Equipo Móvil Industrial el traslado del lote al área de varillas disponibles.
 - Si la varilla presenta algún otro defecto, solicite el traslado a la estación de trabajo correspondiente.

5.1.3.4 Preservación del Producto :

- 1 Apile las varillas en grupos de siete (7) unidades, separadas entre sí por listones de maderas.

Nota: Emplee listones de madera en buenas condiciones para así garantizar la horizontalidad de las varillas y evitar daños en éstas.

- 2 Apile adecuadamente las varillas para evitar caídas que puedan ocasionar daños a las mismas.

- 3 Coloque las varillas anódicas correctamente sobre las uñas del montacargas para evitar que se caigan durante los traslados.
- 4 Ejecute una rotación adecuada del inventario de productos disponibles con el fin de evitar que estén mucho tiempo a la intemperie.
- 5 Coloque las varillas anódicas, reparadas o por reparar, en las zonas demarcadas para tal fin.

5.1.4 Clasificación de Defectos en las Puntas

Los defectos en las puntas de yugos encontradas en las varillas anódicas que requieran ser reparadas y que para tal caso haya que sustituir una o más de sus puntas, son los siguientes: (ver tabla 8).

Tabla 8: Defectos en las Puntas de las Varillas.

Defectos	Lugar de Reparación
Puntas con Colada Adherida > 10 mm	Reparadas en el Taller interno (Departamento de Varillas y Refractarios)
Puntas Fundidas	
Puntas con Efecto de Baño	
Puntas Desprendidas	Reparadas en el Taller Externo (TEFELCA)

Fuente: Propia del Autor.

En el Apéndice B encontrarán los detalles e ilustraciones de cada uno de los mencionados en la tabla 8.

5.1.5 Condiciones Normales de Operación

Las puntas de yugos que requieran ser reparadas por el Departamento de Varillas son clasificadas y agrupadas de acuerdo a ciertas características (tipo de defecto en las puntas, cantidad de puntas a reparar, entre otros); este método permitirá fijar el volumen y el flujo que seguirán las varillas dentro de las instalaciones o fuera de esta si fuese necesario. En tal sentido las

condiciones normales de operación para este trabajo estarán referidas únicamente a las puntas de los yugos reparadas en taller perteneciente al Departamento de Varillas y Refractarios de CVG VENALUM.

5.1.6 Producción/Servicios

Si analizamos el comportamiento en la cantidad de Puntas a Reparar (por los defectos mencionados en la Tabla 8), durante el periodo 2007 – 2009 (Periodo durante el cual CVG VENALUM trabajaba a su máxima capacidad instalada), podemos notar que existió un incremento en dicha cantidad; de 29661 *puntas/año* en el 2007 a 31923 *puntas/año* en el año 2009. Esto evidencia un aumento aproximado de 7% (Ver gráfico 1).



Gráfico 1: Puntas a Reparar 2007-2009
Fuente: Apéndice C y D

Básicamente el porcentaje de los daños encontrados en las puntas durante los años 2007 – 2009, están: colada adherida >10 mm 31%, puntas fundidas 32%, puntas gastadas por defecto de baño electrolítico 28% y puntas desprendidas 8%. (Ver gráfico 2).

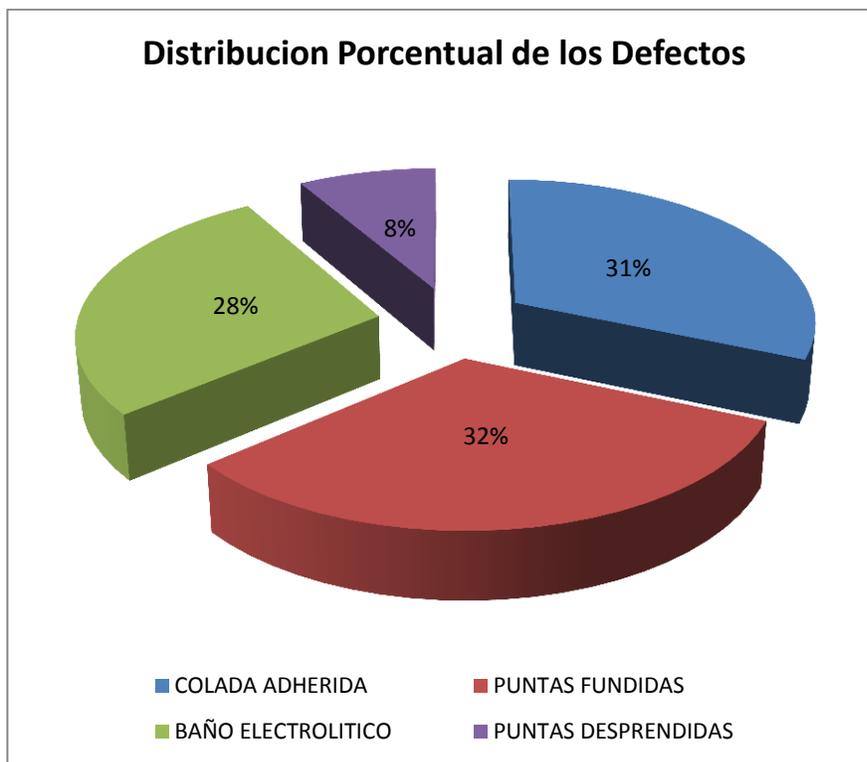


Grafico 2: Distribución Porcentual de los Defectos Periodo 2004-2009

Fuente: Apéndice C.

El crecimiento o disminución en la cantidad de puntas a reparar dependerá siempre del control de los parámetros operativos, algunos de estos parámetros son los siguientes: Vida Útil del Ánodo en Celda, Amperaje, Voltaje, Temperatura del Baño, Banqueo, entre otros.

En cuanto al comportamiento de puntas a reparar durante los años 2010 – 2011 se observa correlación entre la cantidad de celdas instaladas y el número de puntas a reparar, relación que se quebranta durante el año 2012 cuando en comparación con los años anteriores disminuye la cantidad de celdas operativas pero aumenta la cantidad de puntas a reparar. (Ver gráfico 3)

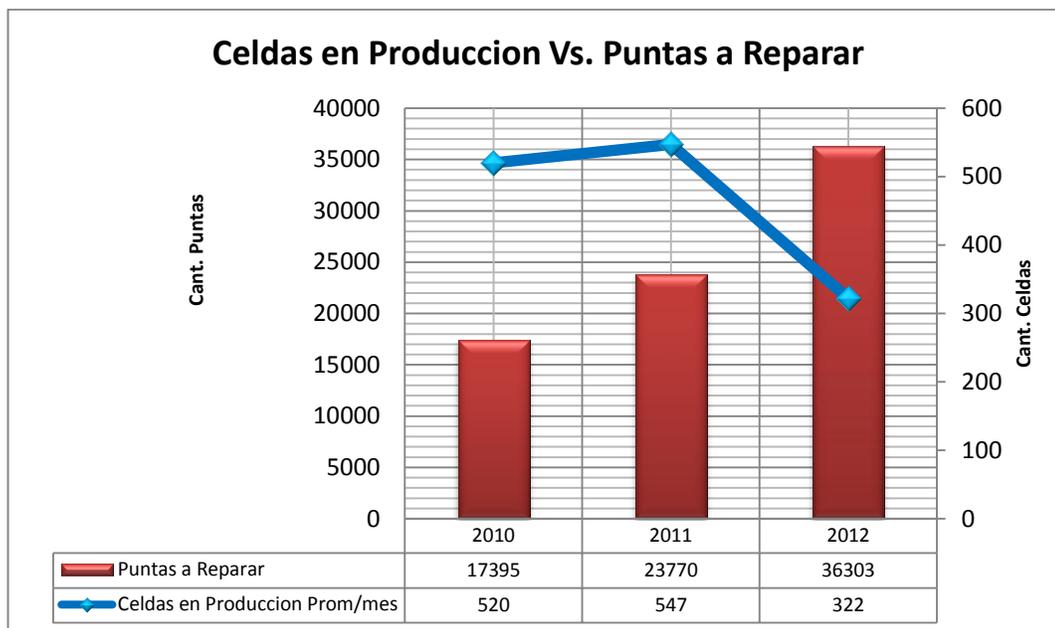


Grafico 3: Celdas en Producción Vs. Puntas a Reparar Periodo 2010 - 2012

Fuente: Apéndice C y D

Este comportamiento en particular responde al no cumplimiento del parámetro operativo que establece que un ánodo envarillado tiene una vida útil de aproximadamente 22 días y que durante los meses de marzo y abril del año 2012 estuvieron hasta 30 días en las celdas electrolíticas, produciéndose de esta forma un crecimiento en la cantidad de puntas defectuosas.

Durante los 2007 – 2009 el total de puntas de yugos reparadas, a través, del proceso de soldadura por fricción ha sido de aproximadamente 68806 puntas; de este total el 76% de las mismas han sido reparadas en el taller interno de CVG VENALUM a través de la máquina *Friction Welder*, mientras que el 24% restante de las puntas reparadas ha sido a través del servicio contratado (TEFELCA), distribuido de la siguiente manera, 15% de las puntas reparadas han sido de longitud < **180 mm** y 9% con longitud > **180 mm**. (Ver Tabla 9). (Ver Gráfico 4 y 5).

Tabla 9: Segregación de Puntas Reparadas (CVG VENALUM y Contratación Externa)

Año	Taller Interno Friction Welder		Servicio Contratado TEFELCA						Total Puntas Reparadas (a+b)
	Cantidad (a)	%	cantidad <180 mm	% <180 mm	Cantidad >180 mm	% >180 mm	Cantidad (b)	%	
2007	18198	61%	7657	26%	3806	13%	11463	39%	29661,0
2008	23505	82%	3175	11%	2086	7%	5261	18%	28766,0
2009	27103	85%	2425	8%	2395	8%	4820	15%	31923,0
Total	68806	76%	13257	59%	8287	41%	21544	24%	90350
Promedio	22935	76%	4419	59%	2762	41%	7181	24%	30117

Fuente: Data Mensual de Varillas Reparadas, Departamento de Varillas y Refractarios.

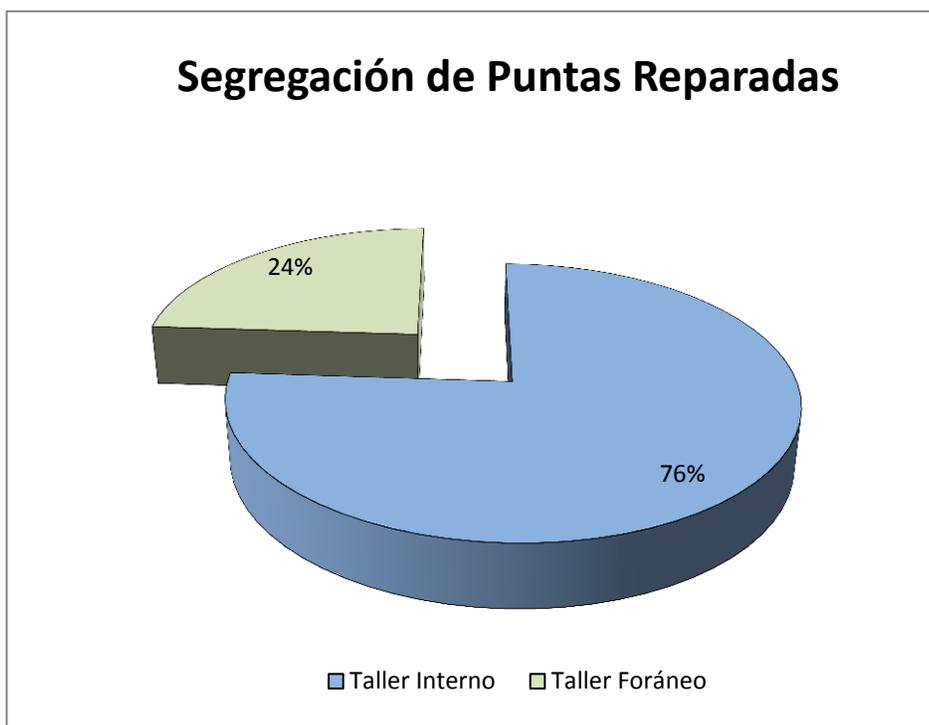


Gráfico 4: Segregación de Puntas Reparadas Año 2007 – 2009

Fuente: Tabla 9

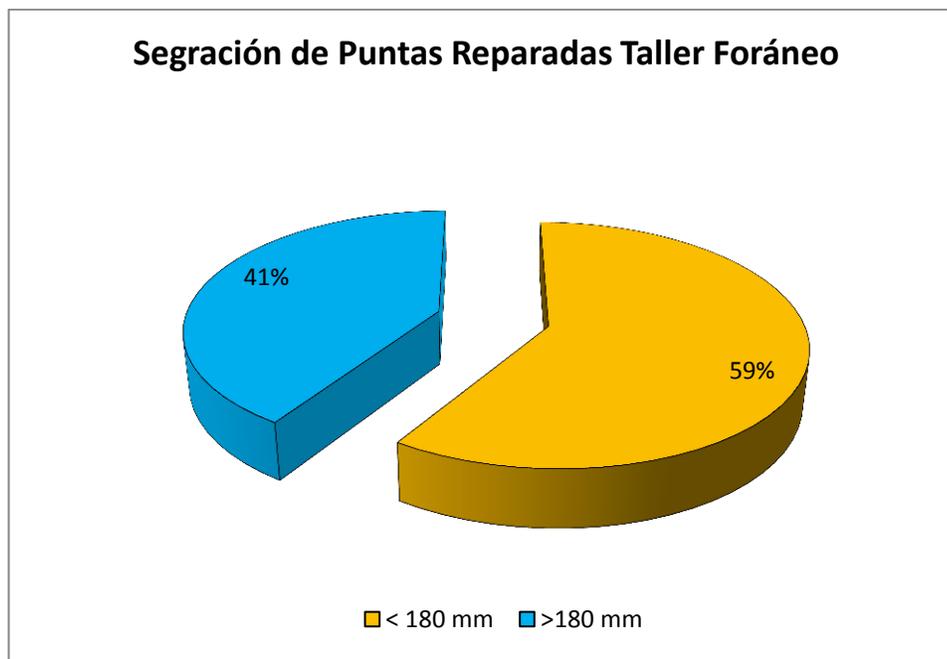


Grafico 5: Segregación de Puntas Reparadas Talle Foráneo Año 2007 – 2009

Fuente: Tabla 9

El total de puntas a reparar por la máquina *Friction Welder* durante el periodo 2007 – 2009 fue de 82063 puntas, durante ese mismo periodo de tiempo la cantidad de puntas reparadas por la máquina fue 68806 puntas, el equipo tuvo un rendimiento del 84% en relación al total de puntas a reparar, existiendo un déficit de reparación de puntas del 16%. (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Puntas a Reparar y Reparadas por la Maquina Friction Welder Año 2007 - 2009

	a	b	c		
Año	Puntas a Reparar (n/año)	Puntas Reparadas (n/año)	Puntas no Reparadas (n/año)	% Reparadas (b/a)	% no Reparadas (c/a)
2007	26560	18198	8362	69%	31%
2008	25975	23505	2470	90%	10%
2009	29528	27103	2425	92%	8%
Total	82063	68806	13257	84%	16%
Promedio	27354	22935	4419	84%	16%

Fuente: Apéndice C, D y Tabla 9.

Si dividimos la cantidad de puntas a reparar y reparadas por la máquina entre el número de turnos que operaba la máquina en el periodo 2007 – 2009 (468 *turnos/año*) obtendremos que la máquina en promedio soldaba unas 49 *puntas/turno*, manteniendo un déficit de puntas sin reparar por turno de 9 *puntas/turno*. (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Cantidad de Puntas Reparadas y no Reparadas por turno de trabajo año 2007 - 2009

Año	Puntas Reparadas (n/turno)	puntas no reparadas (n/turno)
2007	39	18
2008	50	5
2009	58	5
Total	147	28
Promedio	49	9

Fuente: Tabla 10

Analizando las Tablas 10 y 11 podemos observar que en promedio por año no se estarían soldando unas 4419 *puntas/año*, si multiplicamos este valor por el costo que actualmente tiene el servicio de reparación foránea, esto sería de aproximadamente unos Bs. 2.220.194. si observamos la tabla 9 podemos notar que fue exactamente 4419 *puntas < 180 mm* las que VENALUM reparó a través del servicio foráneo entre los años 2007 – 2009; esto gracias a que la máquina *Friction Welder* no pudo cumplir con el requerimiento exigido por el sistema, la causa entre otros aspectos se debió a sus constantes fallas. (Ver Punto 5.2.6)

Es importante resaltar que el promedio de puntas defectuosas por varillas es de 2 *puntas/varilla*, esto según información manejada por el Departamento de Varillas y Refractarios; siendo esto así podemos decir si observamos la tabla 10 que durante el periodo comprendido entre el 2007 – 2009, la máquina *Friction Welder* reparó un aproximado de 34403 varillas.

5.1.7 Estado actual del Parque de Varillas en Planta

Según Anexo 9 en planta deberían existir un total de 22421 varillas, la realidad actual es que existe un déficit de varillas de aproximadamente 15,5%, esto de acuerdo al último inventario físico de varillas realizado en febrero del presente año por la Superintendencia de Procesos y Certificación de la calidad Carbón, en donde se aprecia que existen 18949 varillas en planta. (Ver Anexo 10).

Es importante mencionar que del 100% de varillas defectuosas que proceso el Departamento de Varillas y Refractarios en promedio durante los años 2007 al 2009 el 94% fue procesada por defectos en las puntas, y de este grupo el 43% se procesó por soldadura por fricción (Ver Tabla 12); de acá la importancia de la máquina de soldadura *Friction Welder* para los trabajos dentro del Departamento de Varillas y Refractarios, su impacto en la gestión del departamento es significativo, por tanto representa uno de los equipos principales para cumplir en oportunidad y calidad con los trabajos de reparación de varillas.

Foráneo

Tabla 12: Segregación de las Varillas Procesadas por el Departamento de Varillas y Refractarios 2007-2009

	a	b	c	a+b+c	d			
AÑO	Varillas Procesadas Rompecolada (varillas/año)	Varillas procesadas Soldadura por Fricción (varillas/año)	Varillas Procesadas Puntas Desprendida (varillas/año)	Varillas Procesadas por Defectos en Puntas (varillas/año)	Total Varillas Procesadas (varillas/año)	% (a/d)	% (b/d)	% (c/d)
2007	16548	17441	2796	36785	40235	41,13%	43,35%	6,95%
2008	18944	19287	2255	40486	42263	44,82%	45,64%	5,34%
2009	23930	19616	2389	45935	47993	49,86%	40,87%	4,98%
Total	59422	56344	7440	123206	130491			
Promedio	19807	18781	2480	41069	43497	45,27%	43,29%	5,75%

Fuente: Reporte de selección de varillas del Departamento de Varillas y Refractarios.

La Tabla 13 se presenta, muestra el stock de varillas defectuosas existente

en la actualidad en planta.

Tabla 13: Stock de Varillas Defectuosas en Planta.

Ubicación en Planta	Cant < 180 mm (a)	Cant > 180 mm (b)	Total (a + b)
Taller de Varillas	405	1728	2133
Patio de Colada	1760	3823	5583
Estaciones de Baño I-II	418	974	1392
Total	2583	6525	9108

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios.

5.1.8 Proyección de Puntas a Requerir

La proyección de puntas a reparar en los próximos años es un estudio sustentado en el Plan estratégico de Incorporación y Desincorporación de Celdas 2012 – 2015 propuesto en mayo del 2012 por CVG VENALUM. (Ver Anexo 11). Según Sánchez V., en su práctica profesional, titulada “**Análisis de Requerimiento de Puntas de Varillas Anódicas en CVG VENALUM.**” determino el requerimiento de puntas necesario para cumplir con el plan de incorporación de celdas. La Tabla 14 muestra la cantidad de puntas requeridas.

Tabla 14: Puntas Requeridas durante los Años 2012 - 2015

Año	Puntas < 180 mm (Promedio/mes)	Puntas > 180 mm (Promedio/mes)	TOTAL (Promedio/Mes)	TOTAL (n/año)
2012	2617	156	2773	16638
2013	3186	190	3376	40512
2014	3948	236	4184	50208
2015	4225	264	4489	53868
Total	13976	846	14822	

Fuente: Informe de Pasantía Análisis de Requerimiento de Puntas de Varillas Anódicas en CVG VENALUM.

5.2 Condiciones de operación de la máquina *Friction Welder*

5.2.1 Descripción del Equipo *Friction Welder*

El Departamento de Varillas y Refractarios cuenta con una máquina de soldadura por fricción modelo V200 *Al Welder*, diseñado específicamente para soldar puntas de varillas anódicas. Este equipo se encuentra ubicado en el Departamento de Varillas y refractarios. (Ver Figura 11).



Figura 11: Vista Frontal de la Máquina Friction Welder.
Fuente: Propia del Autor

La máquina consiste en un bastidor principal, un cabezal fijo, un cabezal móvil, un plato especial con su husillo giratorio, un embrague, una caja de engranajes y un motor de accionamiento. Se dispone de un mecanismo de alimentación de las puntas, montado sobre el cabezal fijo, y un polipasto para el transporte de las varillas, montado sobre un cabezal móvil, para la carga de las puntas y los ensamblajes de los ánodos. El alimentador de las puntas recibe su suministro mediante un transportador con capacidad para 15 puntas. El polipasto para el transporte de las varillas soporta una sección removible del transportador, de manera que los ensamblajes de las varillas puedan ser transferido desde el transportador de la planta a la máquina. En Anexo 12 se encuentra los principales componente que conforman la máquina *Friction Welder*.

La máquina *Friction Welder* está constituida por nueve (9) subsistemas, la Tabla 15 muestra cada uno de estos.

Tabla 15: Subsistemas de la Máquina *Friction Welder*

Subsistema	Descripción	Componente
3	Subsistema Grúa para manejo de Varillas	Puente traslación horizontal de carro
		Carro para manejo de varillas
4	Subsistema Cabezal Móvil	Unidad de elevación 1 y 2
		Localizadores
		Barra tirante guía
5	Subsistema Cabezal Fijo	Husillo
		Embrague
		Transmisión de velocidad
		Mandril tres (3) garras
		Barra tirante guía
6	Subsistema Robot Carga Puntas	Bastidor
		Accionamiento (elevación-descanso)
7	Subsistema Transportador de Puntas	Garras (abrir-cerrar)
		Accionamiento de rotación (dentro-fuera)
		Bastidor transportador de puntas
8	Subsistema Hidráulico	Cadena de transporte
		Válvulas
		Bombas
		Motores hidráulicos
		Manómetros de presión
9	Subsistema Neumático	Intercambiador de calor
		Sistema de mantenimiento
		Sistema de alimentación al embregue
		Sistema de frenado
		Limpiador de freno
1	Subsistema Lubricación	Lubricación de barra guía
		Lubricación de husillo
		Lubricación de caja de engranajes
2	Subsistema Instrumentación y Control	Lubricación de barra guía

Fuente: Data Ware House

5.2.1.1 Especificaciones Técnicas del Equipo

- Tipo de máquina: soldador de fricción vertical V200.
- Material soldado: Acero ASTM A-105 y AISI 1020. (Ver punto 5.1.2.1).
- Capacidad máxima diámetro: 140 *mm*.
- Longitud: Puntas 180 *mm*.
- Capacidad de puntas soldadas: 104 *puntas/turno*.
- Potencia (valor continuo) 220 *KW*.
- Velocidad de rotación 220 *RPM*.
- Torsión (estado uniforme) 7000 *Nm*.
- Empuje axial (fuerza de re- 180- 200 toneladas calcado).
- Suministro eléctrico 480 *v*, 3 fases, 60 ciclos.
- Corriente a carga completa 260 *Amp*.
- Capacidad del tanque hidráulico 800 litros.
- Capacidad del tanque de lubricación del eje 230 litros.
- Capacidad del tanque de lubricación de caja de engranajes 96 litros.
- Consumo de aire 327,600 *cfm/hora*.
- Consumo de agua.

5.2.2 Capacidad de Producción de la Máquina *Friction Welder*

La máquina *Friction Welder* originalmente tenía la capacidad de soldar 104 *puntas/turno*, hoy en día ya con más de 17 años en funcionamiento este equipo ha disminuido su capacidad.

Si observamos la tabla 10, el promedio de puntas reparadas por la máquina entre los años 2007 - 2009 fue de 22935 *puntas/año*, en una jornada laboral anual de 468 *turno/año*.



Analizando esta premisa podemos observar que la maquina *Friction Welder* ha disminuido su capacidad productiva en un 53%. Obviamente el factor de servicio, como también los materiales, equipos y sub-procesos marca las pautas para que se tenga variaciones en las cantidades de puntas reparadas por turno.

5.2.3 Secuencia de Operación de la Máquina

A continuación se presenta las distintas etapas que ejecuta la máquina para llevar a cabo su operación:

- a. Arranque.
- b. Carga de la punta.
- c. Carga de la varilla.
- d. Activación de los topes de extremo.
- e. Activación de los tirantes.
- f. Activación.
- g. Soldadura.
- h. Remoción de soldadura.

a. Arranque

En el arranque de la máquina se activa todos los motores y las bombas que permiten su movimiento. Para ello se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- I. Verificar los niveles en los siguientes recipientes.
 - Unidad hidráulica de bombeo.
 - Lubricación del husillo.



- Lubricación de la caja de engranajes.
 - Lubricación de las barras de unión.
 - Bomba de aire/ aceite para la inmovilización del cabezal
- II. Verificar la dirección de rotación de todos los motores. No hacer funcionar ninguno de los motores de las bombas en la dirección incorrectas durante más de unos pocos segundos.
- III. Conectar el suministro de aire.
- IV. Verificar que la presión de nitrógeno del acumulador sea de 138 bar. (esta debe verificarse sin presión en el sistema hidráulico y representa el 90 % de la presión en el sistema).
- V. Conectar el suministro de la unidad de potencia hidráulica y pulsar el botón "Puma on" (bomba activada) y el botón "on" de la unidad de filtración está conectada también al resto del circuito control.
- VI. Activar las bombas de lubricación del husillo y la caja de engranajes.

b. Carga de la Punta

Es el proceso donde se eleva la punta a soldar, del transportador de puntas y se coloca en el mandril o plato giratorio. Este proceso es efectuado por un brazo robótico o cargador de puntas y cada movimiento es detectado por una serie de conmutadores de proximidad que accionaran las válvulas correspondientes a cada función (elevación, introducción, descenso y salida).

c. Carga de la Varilla

Se define como la acción de ubicar la varilla en el cabezal móvil de la máquina, alineándola con el mandril donde se encuentra la punta a soldar. El operador debe seleccionar la posición de la punta del yugo que va ser reemplazado, a través de los topes de extremo y el polipasto. El polipasto es

una especie de grúa que sostiene la varilla y la dirección hacia la máquina. Esta efectúa diversas funciones como: elevación, giro, descenso, introducción y extracción.

d. Activación de los topes extremos

Los topes extremos son cuatro (4) bloques de acero ubicados dentro del cabezal móvil y operan en pareja 1 y 2, 3 y 4 los cuales permiten posicionar la varilla de acuerdo a la punta que se desee soldar (la del centro o la de los extremos del yugo). Estos bloques se activan o desactivan (entran o salen) al pulsar el botón respectivo.

e. Activación de los tirantes

Los tirantes son dos barras horizontales, que empujan la varilla firmemente dentro de las espigas posicionadoras que se encuentran en los topes de extremo. Cuando estas están totalmente arriba se aplica presión hidráulica al cilindro giratorio, haciendo que el plato agarre la punta firmemente. Estos movimientos son controlados por válvulas accionadas por sensores que detectan la posición de los tirantes (arriba y abajo).

f. Activación de la mordaza superior

Las mordazas son dos bloques de hierro que se sujetan la varilla firmemente; exactamente el yugo para iniciar el proceso de soldadura. Este proceso de sujeción, consta de dos etapas: sujeción inicial o suave y sujeción final o máxima. Su ejecución (abrir y cerrar) es controlada por diversas válvulas accionadas por unos sensores de posición.

g. Soldadura

Aproximación rápida: donde el cabezal móvil desciende rápidamente, a una velocidad considerable, hasta llegar a la posición de avance lento.

Avance lento: el cabezal móvil desciende lentamente, hasta que la varilla entra en contacto inicial con la punta a soldar.



Contacto Inicial: los componentes que entran en contacto son sometidos a fricción, a la presión del contacto inicial. Una vez transcurrido el tiempo establecido, la velocidad de calentamiento es igual que su presión.

Calentamiento: los componentes se calientan ahora y el cabezal se mueve hacia delante a través del recorrido de calentamiento hasta el final del mismo, cuando se interrumpe el calentamiento se inicia la forja.

Forja: es la presión que se ejerce para unir los dos componentes, la punta y el yugo. Después que el plato deja de girar sigue sometidos a esta presión hasta que transcurre el tiempo establecido para que se abra el plato y empiece la retracción de la máquina.

Retracción: Es la acción de elevación de cabezal móvil hasta su posición original.

5.2.4 Vida Útil de la Máquina

La vida útil de la máquina Friction Welder es de 10 años. Hoy en día este equipo tiene 27 años de fabricación y 17 años en funcionamiento.

5.2.5 Factor de Servicio o Disponibilidad del Equipo

Madriz G (2008) afirma que "el factor de servicio (FS) de un equipo es un indicador que mide el tiempo efectivo de operación del mismo durante un periodo determinado". (p. 14)

Los datos utilizados para el cálculo del factor de servicio son obtenidos a través del Sistema Integral de Mantenimiento (SIMA), en el cual se registran las fallas que presentan los equipos en planta, así como, las acciones de mantenimiento rutinario, preventivo, programado y correctivo.

En el gráfico 6 y 7 el comportamiento porcentual en el factor de servicio (FS) de la máquina *Friction Welder* durante el periodo comprendido entre los años 2007-2009 y los años 2010 - 2012 respectivamente, observándose en el primer gráfico que durante los meses de enero, junio, septiembre y octubre del 2007 valores de 47,4%, 33,6%, 8,5% y 40,0% respectivamente. Cuando observamos el gráfico 7 también es notorio este tipo de situaciones cuando en el mes de julio del 2012, encontramos como valor 10,8%; repercutiendo esto significativamente en la reparación de varillas así como un importante incremento en los costos operativos.

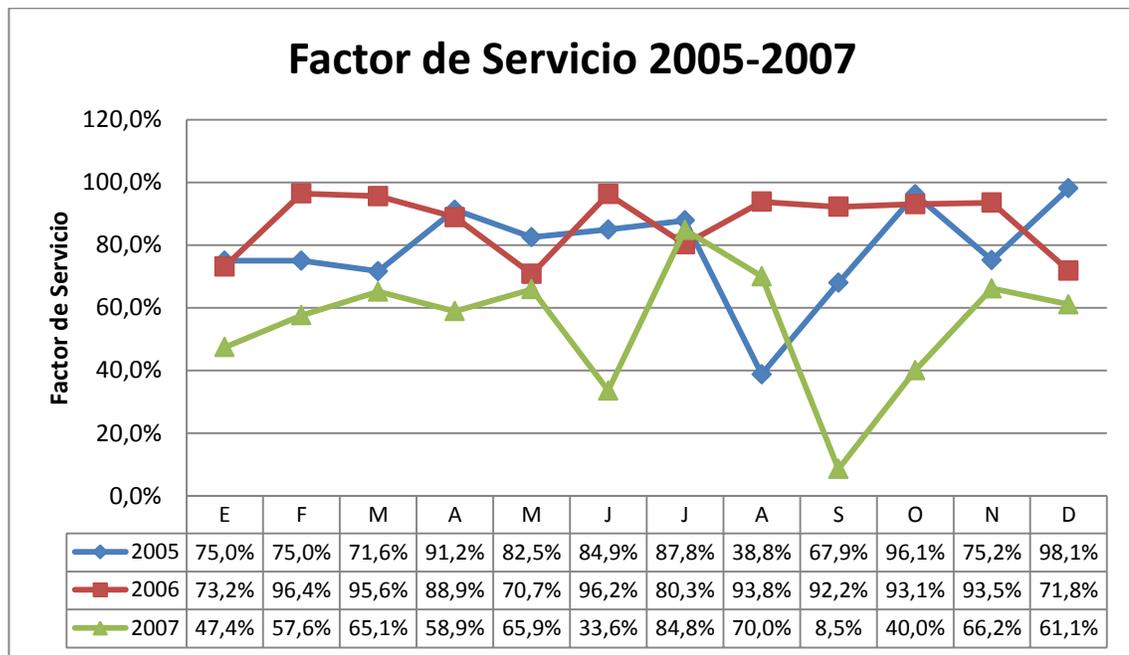


Gráfico 6: Factor de Servicio (FS) de la máquina Friction Welder

Fuente: Gerencia de Ingeniería de Mantenimiento

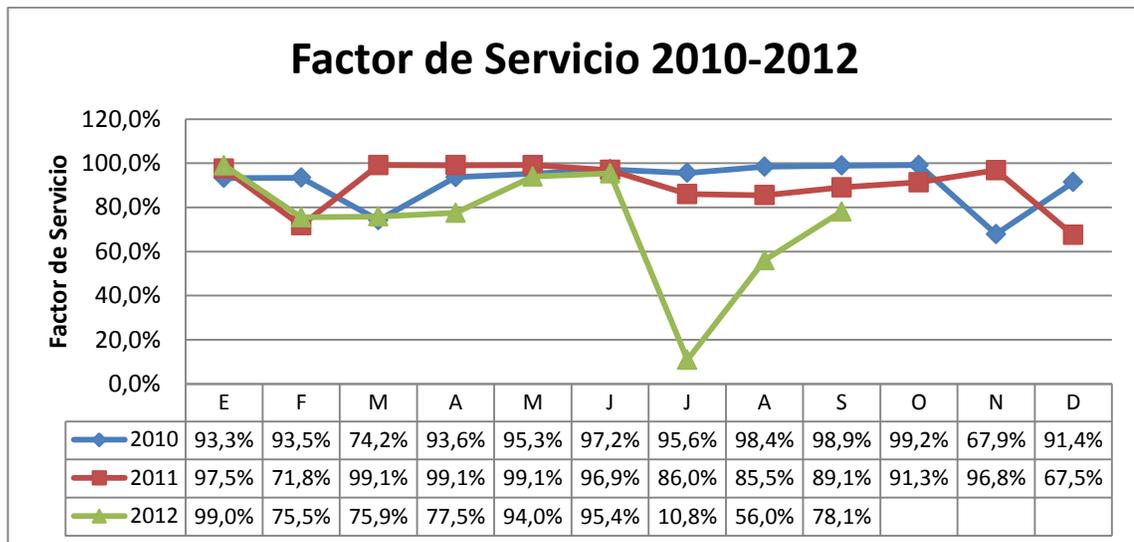


Grafico 7: Factor de Servicio (FS) de la maquina Friction Welder

Fuente: Gerencia de Ingeniería de Mantenimiento

Observando ambos gráficos encontramos que el factor de servicio en promedio siempre ha sido muy alto, el más bajo registrado ha sido para el año 2007, cuyo promedio fue de 54,9%.

Al hablar de un equipo con más de 27 años de fabricación, con una vida útil según el fabricante de no más de 10 años y un plan de mantenimiento que solo contempla en la actualidad mantenimientos rutinarios, es poco creíble pensar que un equipo bajo estas condiciones tenga un alto porcentaje en su factor de servicio de más del 80% en promedio, en los últimos tres (3) años.

Cabe destacar que La Gerencia de Ingeniería de Mantenimiento para realizar el cálculo del factor de servicio de la máquina toma los valores del sistema SIMA, al mismo tiempo que mencionan que dichos valores carecen en el tiempo de credibilidad debido a que, en muchos casos las ordenes de trabajo de mantenimiento del equipo (ODT) no son reportadas por la unidad usuaria de la máquina, lo que lleva a la conclusión de que existe más allá de los problemas de la máquina *Friction Welder*, fallas por parte de la unidad usuaria.

5.2.6 Frecuencia de Fallas del Equipo

La cantidad de fallas en la maquina *Friction Welder* ha venido creciendo en los últimos años, los mayores índices de frecuencia de fallas de la máquina se han originado en los subsistemas: Cabezal móvil, cabezal fijo, hidráulico y robot cargador de puntas, representando estos entre los años 2005-2009 el 30% - 22% - 13% y 12% de las fallas respectivamente. (Ver Anexo 13).

Las tablas 16, 17 y 18 representan la frecuencia de fallas registrado durante los años 2010, 2011 y 2012.

Tabla 16: Frecuencia de Fallas 2010

Subsistema	Descripción	Frecuencia de Fallas	% de Ocurrencia	% Acumulado
4	Subsistema Cabezal Móvil	28	46,7%	46,7%
8	Subsistema Hidráulico	13	21,7%	68,3%
3	Subsistema Grúa para Manejo de Varillas	6	10,0%	78,3%
5	Subsistema Cabezal Fijo	6	10,0%	88,3%
6	Subsistema Robot Cargador de Puntas	3	5,0%	93,3%
7	Subsistema Transportador de Puntas	2	3,3%	96,7%
10	Subsistema de Lubricación	1	1,7%	98,3%
2	Subsistema de Instrumentación y control	1	1,7%	100,0%
Total		60		

Fuente: Data Ware House

Tabla 17: Frecuencia de Fallas 2011

Subsistema	Descripción	Frecuencia de Fallas	% de Ocurrencia	% Acumulado
4	Subsistema Cabezal Móvil	18	60,0%	60,0%
5	Subsistema Cabezal Fijo	5	16,7%	76,7%
3	Subsistema Grúa para Manejo de Varillas	3	10,0%	86,7%
7	Subsistema Transportador de Puntas	2	6,7%	93,3%
8	Subsistema Hidráulico	2	6,7%	100,0%
Total		30		

Fuente: Data Ware House

Tabla 18: Frecuencia de Fallas. Año 2012

Subsistema	Descripción	Frecuencia de Fallas	% de Ocurrencia	% Acumulado
4	Subsistema Cabezal Móvil	19	29,2	29,2
5	Subsistema Cabezal Fijo	15	23,1	52,3
3	Subsistema Grúa para Manejo de Varillas	9	13,8	66,2
2	Subsistema de Instrumentación y control	8	12,3	78,5
8	Subsistema Hidráulico	8	12,3	90,8
6	Subsistema Robot Cargador de Puntas	3	4,6	95,4
9	Subsistema Neumático	2	3,1	98,5
7	Subsistema Transportador de Puntas	1	1,5	100,0
Total		65		

Fuente: Data Ware House

Durante el año 2010 los subsistemas que originaron la mayor cantidad de fallas fueron: Subsistema de cabezal móvil (46,7%), subsistema hidráulico (21,7%) y subsistema grúa para manejo de varillas (10%). (Ver Gráfico 8).

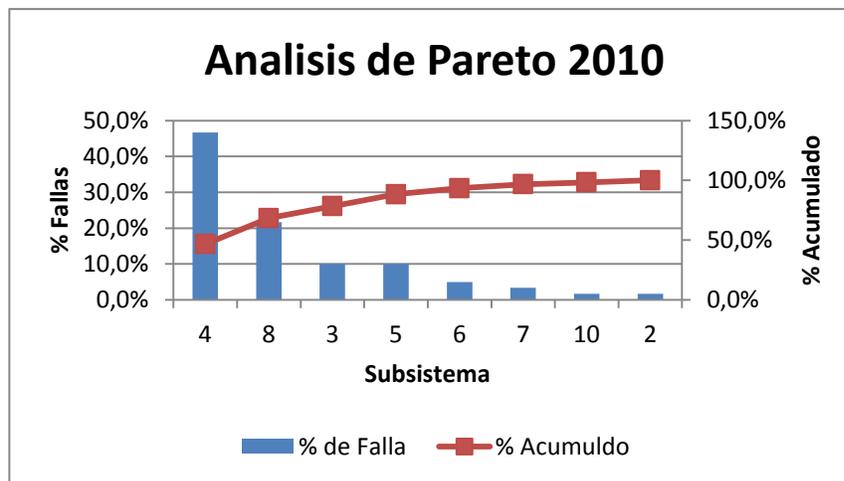


Gráfico 8: Análisis de Pareto Año 2010

Fuente: Tabla 16

En tanto en el año 2011 aproximadamente el 80% de las fallas de la maquina fueron generadas en dos de los subsistemas de la máquina, subsistema cabezal móvil (60%), subsistema cabezal fijo (16,7%). (Ver Gráfico 9).

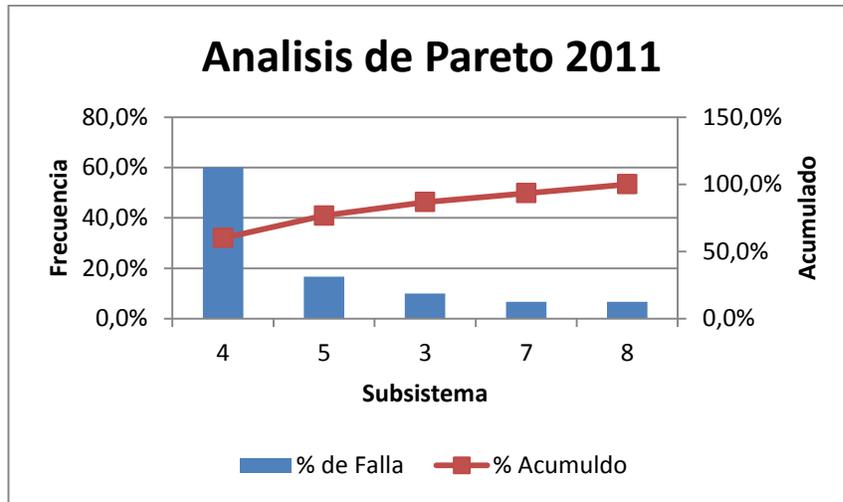


Grafico 9: Análisis de Pareto Año 2011

Fuente: Tabla 17

El 80% de las fallas de la máquina durante el año 2012 son originados en los subsistemas de cabezal móvil (29,2%), cabezal fijo (23,1%), grúa para manejo de varillas (13,8%), instrumentación y control (12,3%). (Ver Gráfico 10).

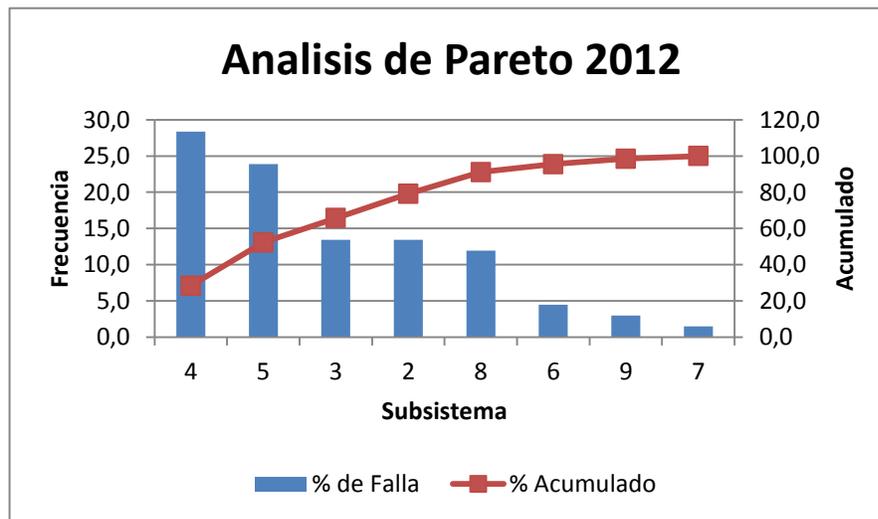


Grafico 10: Análisis de Pareto Año 2012

Fuente: Tabla 18

5.3 Costos de Mantenimiento de la Máquina *Friction Welder*

La Tabla 19 representa los costos por concepto de mantenimientos rutinario, programado, predictivo y correctivo realizados a la máquina *Friction Welder* durante el año 2010 al 2012.

Tabla 19: Costos de Mantenimientos Año 2010-2012

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
Mantenimiento Rutinario				
Año	Descripción de la Orden de Trabajo	Costo Mano de Obra (Bs.)	Costo Materiales y Repuestos (Bs.)	Costo Total (Bs.)
2010	Mantenimiento Rutinario	946.962,60	0,00	946.962,60
2011		14.763,39	0,00	14.763,39
2012		14.148,51	18.800,00	32.948,51
Costo Total Bs.				994.674,50
Mantenimiento Programado				
Año	Descripción de la Orden de Trabajo	Costo Mano de Obra (Bs.)	Costo Materiales y Repuestos (Bs.)	Costo Total (Bs.)
2010	Mantenimiento Programado	597.012,78	0,00	597.012,78
2011		12.161,82	349,85	12.511,67
2012		2.870,72	149.849,47	152.720,19
Costo Total Bs.				762.244,64
Mantenimiento Predictivo				
Año	Descripción de la Orden de Trabajo	Costo Mano de Obra (Bs.)	Costo Materiales y Repuestos (Bs.)	Costo Total (Bs.)
2010	Mantenimiento Predictivo	382,09	0,00	382,09
2011		436,12	0,00	436,12
2012		436,12	0,00	436,12
Costo Total Bs.				1.254,33
Mantenimiento Correctivo				
Año	Descripción de la Orden de Trabajo	Costo Mano de Obra (Bs.)	Costo Materiales y Repuestos (Bs.)	Costo Total (Bs.)
2010	Mantenimiento Correctivo	133.141,47	108.723,04	241.864,51
2011		31.233,43	0,00	31.233,43
2012		132.792,12	614.191,60	746.983,72
Costo Total Bs.				1.020.081,66
Costo Total de Mantenimiento Bs.				2.778.255,13
Costo Promedio de Mantenimiento Bs.				926.085,0433

Fuente: Data Ware House



5.4 Adquisición de Partes y Repuestos

La última adquisición de partes y repuesto realizada fue por un monto total de Bs. 54.578,24, a través del pedido de compras 4600004561 y dos solicitudes de pedido, 100055575 por un monto de Bs. 371.800,00 y 100056405 por un monto de Bs. 124.900,00; para un monto total de Bs. 551.278,24. Luego de esa fecha no se han registrado compras y solicitudes de partes y repuesto para este equipo.

En la actualidad existe requerimiento de posibles partes y repuestos que un futuro inmediato se estarían necesitando para la máquina Friction Welder, esto según información suministrada por la unidad usuaria de la máquina (Ver Anexo 14), En monto de la inversión sería de £ 213.300,00 aproximadamente Bs. 2.175.865; de acuerdo a la tasa cambiaria del tercer trimestre del año 2013 del Banco Central de Venezuela. (Ver Anexo 15). También es importante resaltar que parte de la inversión sería adquirir los planos de fabricación de la máquina, debido a que la empresa fabricante del equipo (*A.I. Welders*) está en proceso de cierre, así de esta forma se permitiría un futuro seguro en el funcionamiento de la máquina.

5.5 Descripción de la Contratación de Servicio Foráneo para la reparación de las Varillas Anódicas

Es Técnica de Eficiencia Eléctrica Caroní, c.a (TEFELCA), empresa foránea ubicada en la zona industrial matanzas, la que durante los últimos 14 años ha prestado servicio al Departamento de Varillas y Refractarios en trabajos como:

- Fabricación de puntas para hacer ensambladas en los yugos de las varillas anódicas según plano VENALUM N° 50-01-T-2001. (Ver Anexo 1)

- Enderezamiento de barras anódicas, corte de puntas dañadas con longitud en 240 *mm* y 265 *mm*, y soldadura por fricción.

El Departamento de Varillas y Refractarios se ve en la necesidad de solicitar la contratación de servicio foráneo ofrecido por TEFELCA, debido a que no cuenta tecnológicamente con una máquina de soldadura por fricción que suelde puntas con una longitud mayor a 180 *mm*, trabajo que si puede realizar la empresa TEFELCA por contar con el equipo adecuado para este tipo de trabajo. Es el mismo proceso productivo de CVG VENALUM en sus celdas electrolíticas las causantes de los daños producidos en las varillas anódicas en especial en las puntas de los yugos. Son las varillas con puntas desprendidas las que originalmente son enviadas a TEFELCA para su reparación ya que son estas la requieren un corte y reemplazo de punta mayor 180 *mm*. El corte realizado y puntas sustituidas por TEFELCA es de 265 *mm* de longitud. (Ver Figura 13).

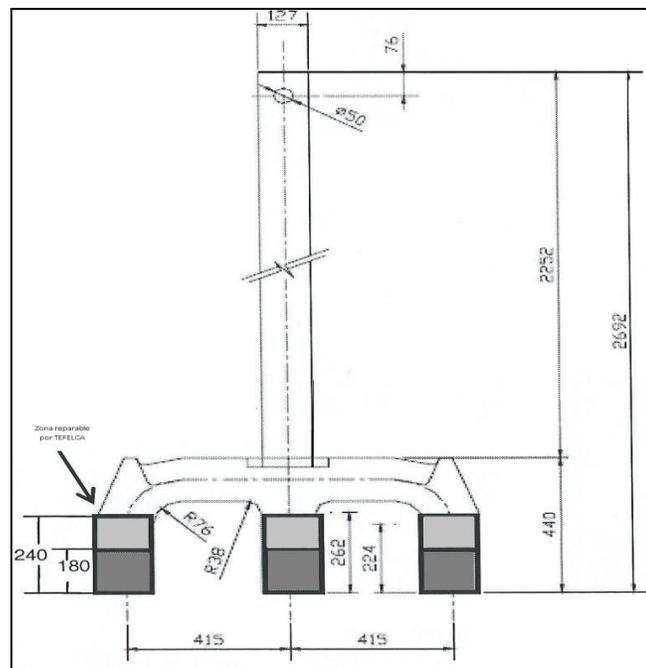


Figura 12: Longitud de Punta Sustituidas por TEFELCA

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios.

5.5.1 Costo por Contratación de Servicio Foráneo

El último costo por reparación de puntas a través de la soldadura por fricción es de 502,42 Bs./punta; esto según información suministrada por la Gerencia de Ingeniería Industrial, basados en el último análisis de precio unitario de noviembre del presente año.

Basados en el promedio anual, la tabla 20 muestra el costo total que tendría que desembolsar actualmente la empresa para la reparación de las puntas defectuosas a través de la contratación del servicio foráneo, el promedio de punta reparadas < 180 mm y a reparar > 180 mm periodo 2006-2009.

Tabla 20: Promedio de Puntas a Reparar por Contratación de Servicio Foráneo.:

Promedio de Puntas			
Descripción	Puntas/año (a)	Costo de Reparación (b)	Total (a*b)
Puntas a Reparar por defecto de puntas desprendida (Puntas > 180 mm)	3026	502,42 Bs./punta	Bs. 1.520.322,92
Puntas Reparadas < 180 mm	4419		Bs. 2.220.193,98
Total	7445	502,42 Bs./punta	Bs. 3740516,90

Fuente: Tabla 9, Apéndices C,D y Gerencia de Ingeniería Industrial

En el Anexo 16 encontrarán el histórico desde el año 2007 de solicitudes de pedidos con la empresa TEFELCA, en donde se podrá visualizar año a año los costos que ha representado la contratación de este servicio foráneo.



CAPÍTULO VI

SITUACIÓN PROPUESTA

En el presente capítulo se evalúan las alternativas tanto técnica como económica y se propone la más rentable en ambos casos.

La necesidad de ampliar la capacidad de reparación de varillas, en búsqueda de mejorar el actual sistema, precisa la adquisición de una nueva máquina de soldadura de puntas de yugo que cumpla con los requerimientos de producción y permita reducir los costos por reparaciones foráneas, así como mejorar la capacidad de respuesta con calidad y oportunidad en las reparaciones, manteniendo la disponibilidad que el proceso requiere.

En tal sentido a continuación se mencionan y describen las especificaciones técnicas generales requeridas por el Departamento de Varillas y Refractarios, para incrementar su capacidad de reparación de soldadura de puntas de yugo, y así obtener, un inventario de varillas disponibles que se ajuste a los requerimientos actuales de producción del Departamento de Envarillado de Ánodos.

6.1 Alternativa 1: Mantener el Actual Sistema de Soldadura por Fricción

Considerar mantener la situación actual en seguir ejecutando el proceso reparación de puntas, utilizando la máquina *Friction Welder*, que de acuerdo a la tendencia analizada en el capítulo anterior, dicha máquina posiblemente continuaría presentando fallas, esto, a causa de haber cumplido su tiempo de vida útil, además de no contar con un plan de mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento en los años venideros.

Adicional a esto se tendría que considerar mantener el servicio de contratación foránea y el costo de mantenimiento del equipo actual.

6.1.1 Costos de la Alternativa 1

En la siguiente tabla se presentan los costos de mantenimiento, reparación externa de varillas defectuosas, adquisición de planos de fabricación y repuestos de la máquina.

Tabla 21: Resumen de Costos de la Alternativa 1

Descripción	Costo (Bs.)
Mantenimiento	926.085
Reparación Foránea	3.296.478
Adquisición de Planos de fabricación de la máquina y Repuestos	2.175.865
Total (Bs.)	6.842.467

Fuente: Tabla 19, 20 y Anexo 14

*Nota:

- **Costo de Mantenimiento:** Promedio de los costos de mantenimiento de los años 2010-2012. (Ver tabla 19). Tomados del sistema *Data Ware House*.
- **Reparación foránea:** (Promedio de puntas a reparar 2006 al 2009 mayores 180 mm + 80% del promedio de puntas contratadas 2006 al 2009 menores a 180 mm) * último precio de reparación de puntas = $(3026 \text{ puntas/año} + 3535 \text{ puntas/año}) * 502.42 \text{ Bs./punta} = 6562 \text{ puntas/año} * 502.42 \text{ Bs./punta} = 3.296.478 \text{ Bs./año}$. (Ver punto 5.5.1)
- **Adquisición de Planos de fabricación de la máquina y Repuestos año 2013:** (Ver punto 5.4).

6.2 Alternativa 2: Situación Propuesta

Este escenario contempla la Adquisición, instalación y puesta en marcha de una maquina adicional de soldadura automática por fricción, este nuevo equipo debe estar sujeto a los requerimientos de producción y satisfacer ciertas características previamente evaluadas; todo esto en vista de las constantes fallas, obsolescencia, altos costos de mantenimiento de la máquina actual (*Friction Welder*) y reparación externa de las varillas defectuosas.

6.2.1 Evaluación Técnica del Equipo

La soldadura por fricción es un proceso versátil capaz de unir acero a acero, materiales como el acero inoxidable a acero al carbono, cobre al aluminio, entre otros.

La soldadura por fricción no solo logra la unión de metal a metal en un cien por ciento (100%), también puede traer ahorros considerables en término de los materiales usados y maquinados.

6.2.1.1 Características del equipo a considerar

- Capacidad nominal: 128 *puntas/turno*
- Capacidad máxima: 140 *puntas/turno*
- Tiempo soldadura incluyendo carga y descarga: <4 minutos/punta
- Diámetro punta: 140 *mm OD* & 160 *mm OD*
- (180 *mm* x 300 *mm* longitud)
- Material y Aplicación: Diseño exclusivo para la reparación de la varilla anódica de tres y hasta cuatro puntas. En una forma segura, fácil y rápida de intercambio de puntas a soldar para una misma varilla.
- Posibilidad de torneear y cambiar las herramientas para soldar por fricción otras piezas de su línea de producción como



cátodos, el eje principal del ánodo, etc.

6.2.1.2 Datos Técnicos

- Tipo de la máquina: De cabeza corrediza.
- Motor de Mandril Fabricante A ser confirmado
- Tipo (Velocidad variable) DC Velocidad variable
- Potencia 250 kW @ 150% torsión pico
- Velocidad de motor
- (Provisional) 0 - 1500 *rev/min*
- Velocidad del Mandril
- (Provisional) 0 - 750 *rev/min*
- Cilindros de Forja No proporcionado 3 (hidráulico)
- Fabricante Para ser confirmado
- Tipo / golpe Tándem / 610 mm
- Calibre de perforación 304.8 / 203 mm
- Diámetro de varilla 215 / 144 mm
- Portabroca rotatoria
- Tipo - Hidráulico Operó Tres garras
- Autocentrador
- Sujetadores Capacidad Diámetro de 200 mm
- Hidráulicas Fabricante Rexroth/Parker
- Capacidad de reservorio 900 ltr
- Min/máx. presión de la
- bomba de paleta. 10/78 barra

6.2.1.3 Ventajas de una Máquina Adicional de Soldadura por Fricción

- Se lograría cubrir la demanda de varillas en buen estado requeridas por parte del Departamento de Envarillado (mayor producción).
- Modernización del proceso y mayor eficiencia tanto de los

trabajadores como del proceso.

- Se eliminarían las horas de paradas en el proceso de reparación de varillas por sustitución de puntas, es decir no se paralizaría la producción ya que en caso de averiarse la maquina actual se contaría con una maquina nueva que reemplazaría todas las puntas por reparar.
- Se dispondría del stock estipulado de varillas disponibles en el Departamento de Varillas y Refractarios.

6.2.2 Costo de la Alternativa 2

En la tabla 22 se especifica el costo inicial para la adquisición, instalación y puesta en marcha de la nueva máquina de soldadura automática por fricción.

Tabla 22: Resumen de los Costos de la Alternativa 2

DESCRIPCIÓN	COSTOS	
	\$	Bs.
Adquisición, Instalación y Puesta en Marcha de una Máquina de Soldadura automática por fricción.	4.296.240,00	27.066.312,00
Infraestructura y Servicios (10% del costo de la maquina)	429.624,00	2.706.631,20
Total: Monto de Inversión	4.725.864,00	29.772.943,20
Mantenimiento (5% del costo de la maquina)		1.353.315,60

Fuente: Propuesta Ref.: TF003436.8-02, Gerencia de Proyectos

*Nota:

El costo de la máquina según Propuesta Ref.: TF003436.8-02 de fecha 30 de Junio de 2012, es de USD \$ 4.212.000,00. A un tasa de interés del 2%, y un n=1 el costo actual del equipo es de **\$ 4.296.240,00**.

Tasa 2%: tasa interanual de crecimiento de la inflación de los estados unidos).

$$VP = \$ 4.212.000,00 (F/P, 2\%, 1) = \$ 4.212.000,00 (1,0200) =$$

$$VP = \$4.296.240,00$$

El costo de la Infraestructura y Servicios es calculado sobre el 10% del costo del equipo = \$ 4.296.240,00 * 0.10 = \$ 429.624,00; este responde a un análisis de precio unitario de clase 5, manejado por la Gerencia de Proyectos.

La paridad cambiaria es de \$ 1 = Bs. 6,3. (Ver Anexo 13)

En el análisis económico, los indicadores utilizados son el Valor Presente Neto (VPN) y el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), los cuales se han determinado por medio de la premisa siguiente:

- **Horizonte Económico**

Se utiliza diez (10) años, considerando el tiempo estimado de vida útil propuesto por la Coordinación de Activos Fijos de CVG VENALUM C.A.

- **Tasa de Descuento**

Se emplea una tasa de descuento o costo de capital del 14% anual para el análisis de inversiones capitalizables, según las políticas y lineamientos establecidos por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG).

6.3 Resultados

A continuación se presenta las Tablas 23 y 24, obtenidas de la corrida hecha en el programa Excel, con la cual se logró obtener el Valor Presente Neto (VPN) y Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para ambas alternativas.

Alternativa 1:

Tabla 23: Evaluación Económica Alternativa 1

ALTERNATIVA 1: MANTENER LA SITUACION ACTUAL				
FLUJO DE CAJA				
AÑO	INVERSIÓN (Bs.)	COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año)	COSTO DE REPARACION DE PUNTAS (Bs./año)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
2014	2.175.865			-2.175.865
2015		926.085	3.296.478	-4.222.563
2016		926.085	3.296.478	-4.222.563
2017		926.085	3.296.478	-4.222.563
2018		926.085	3.296.478	-4.222.563
2019		926.085	3.296.478	-4.222.563
2020		926.085	3.296.478	-4.222.563
2021		926.085	3.296.478	-4.222.563
2022		926.085	3.296.478	-4.222.563
2023		926.085	3.296.478	-4.222.563
2024		926.085	3.296.478	-4.222.563
ÍNDICES DE RENTABILIDAD				
COSTO DE CAPITAL				14,00%
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN (Bs.)				2.175.865
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO (Bs./año):				926.085
COSTO DE REPARACION DE PUNTAS (Bs.)				3.296.478
VALOR PRESENTE NETO VPN (Bs.)				-24.201.242
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs./año)				-4.639.706

Fuente: Apéndice E

***Alternativa 1:** Contempla los siguientes costos

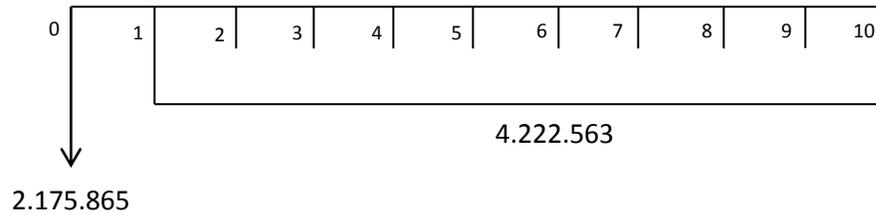
Inversión: Monto de adquisición de repuesto y partes requeridos en un futuro inmediato = Bs. 2.175.865

Costo de Mantenimiento: Promedio 2010 – 2012 = Bs. 926.085

Servicio de Reparación Foránea: (promedio de puntas a reparar mayores a 180 mm + 80% del promedio de puntas reparadas menores 180 mm) * último precio de reparación de puntas = (3026 puntas/año + 3536 puntas/año)* 502,42 Bs./punta= 3.296.478 Bs./año.

Diagrama de Flujo de Caja: Alternativa 1

$$i = 14\%$$



Alternativa 2:

Tabla 24: Evaluación Económica Alternativa 2

ALTERNATIVA 2 : AQUISICION DE UNA MAQUINA ADICIONAL

FLUJO DE CAJA

AÑO	INVERSIÓN (Bs.)	COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año)	AHORROS (Bs./año)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
2014	10.295.758	0	0	-10.295.758
2015	21.653.050	0	3.296.478	-18.356.572
2016		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2017		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2018		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2019		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2020		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2021		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2022		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2023		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2024		1.353.316	3.296.478	1.943.162
ÍNDICES DE RENTABILIDAD				
COSTO DE CAPITAL				14,00%
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN (Bs.)				29.772.944
COSTO MANTENIMIENTO EQUIPO NUEVO (5% INVER)				1.353.316
AHORROS (Bs.)				3.296.478
VALOR PRESENTE NETO VPN (Bs./año)				-17.966.844
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs./año)				-3.444.487

Fuente: Apéndice E

***Alternativa 2:** Contempla los siguientes costos

Monto Inversión:

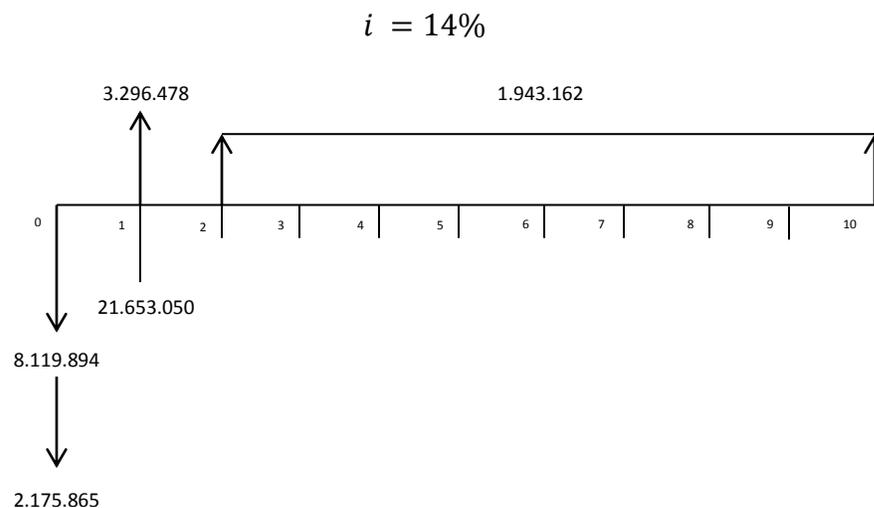
Monto inversión inicial, primer año: Bs. 10.295.759; (Inversión del Escenario 1: Bs. 2.175.865 + 30% del costo de la máquina nueva: Bs. 8.119.894)

Monto Inversión inicial, segundo año: Bs. 21.653.050; (70% restante del costo de la máquina nueva: Bs. 18.946.418 + 10% de infraestructura y servicios: 10% * 27.066.312 = 2.706.631)

Costo de Mantenimiento: del segundo año en adelante será igual al 5% DEL COSTO DEL EQUIPO: Bs. 1.353.316 (solo será considerado el costo de mantenimiento del equipo nuevo, porque el actual solo será utilizado cuando se le requiera). Promedio 2010 – 2012 = Bs. 926.085

Ahorro: (promedio de puntas a reparar mayores a 180 mm + promedio de puntas reparadas menores 180 mm) * último precio de reparación de puntas = (3026 puntas/año + 3536 puntas/año) * 502,42 Bs./punta = 3.296.478 Bs./año.

Diagrama de Flujo de Caja: Alternativa 2



6.3.1 Comparación de los Resultados

Una vez realizada la evaluación económica de ambas situaciones, actual y propuesta (Ver Apéndice E); se procede a efectuar la comparación para encontrar la solución más factible para la empresa desde el punto de vista económico, las alternativas a comparar son las siguientes:

- Permanecer con máquina actual *Friction Welder*
- Adquirir, instalar y poner en marcha un equipo adicional de soldadura por Fricción.

En función de lo planteado anteriormente se procedió a realizar la comparación de la evaluación económica de cada alternativa, lo cual permite sugerir a CVG VENALUM, cual es la más rentable desde el punto de vista económico.

Los resultados de esta comparación se encuentran en la siguiente tabla

Tabla 25: Comparación de la Evaluación Económica

Indicador Económico	Alternativa 1	Alternativa 2
VPN	24.201.242	17.966.844
CAUE	4.639.706	3.444.487

Fuente: Apéndice E

Como podemos apreciar se considera apropiado a efecto de fortalecer y consolidar la alternativa 2 como la opción económica más apropiada para empresa, realizar un análisis de sensibilidad, tomando como dato la variación del monto de inversión, esto dado el resultado obtenido de la evaluación económica .

6.3.2 Análisis de Sensibilidad. Variación de la Inversión

Para la realización de este análisis se varió la inversión disminuyéndola a partir del monto que se tenía previsto (Bs. 29.772.944), manteniendo fijos el costo de capital y los costos anuales de operaciones para el monto de inversión inicial, siendo que estos montos dependen exclusivamente del monto de inversión. La tabla que a continuación se presenta muestra el resultado de cambio en el VPN y el CAUE.

Tabla 26: Sensibilidad Variación de Inversión

INVERSIÓN	VPN	CAUE
7.544.538	3.081.607	590.786
8.382.820	3.068.525	588.278
9.314.244	2.151.364	412.446
10.349.160	1.132.297	217.077
12.387.827	0	0
14.033.067	-1.503.815	-288.302
15.822.563	-3.139.486	-601.882
17.580.626	-4.746.426	-909.954
19.534.029	-6.531.914	-1.252.256
21.704.476	-8.515.790	-1.632.592
24.116.085	-10.720.097	-2.055.188
26.795.650	-14.058.538	-2.695.212
29.772.944	-17.227.214	-3.302.690

Fuente: Propia del Autor

A continuación se presenta el flujo de caja, obtenido a través de la corrida en Excel del análisis de sensibilidad específicamente en donde el valor presente neto (VPN) se hace Bs. 0; para una inversión de aproximadamente Bs. 12.387.827. (Ver Tabla 27).

Tabla 27: Evaluación Económica Alternativa 2 con una Inversión de 12.387.827

ALTERNATIVA 2 : AQUISICION DE UNA MAQUINA ADICIONAL				
FLUJO DE CAJA				
AÑO	INVERSIÓN (Bs.)	COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año)	AHORROS (Bs./año)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
2014	3.716.348	0	0	-3.716.348
2015	8.671.479	0	3.296.478	-5.375.001
2016		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2017		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2018		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2019		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2020		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2021		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2022		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2023		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2024		1.353.316	3.296.478	1.943.162
ÍNDICES DE RENTABILIDAD				
COSTO DE CAPITAL				14,00%
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN (Bs.)				12.387.827
COSTO MANTENIMIENTO EQUIPO NUEVO (5% INVER)				1.353.316
COSTO MANTENIMIENTO EQUIPO ACTUAL (Bs./año)				0
AHORROS (Bs.)				3.296.478
VALOR PRESENTE NETO VPN (Bs./año)				0
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs./año)				0

Fuente: Apéndice F

CONCLUSIONES

Después de haber realizado la investigación se concluye lo siguiente:

1. La máquina *Friction Welder* tiene aproximadamente 17 años en funcionamiento, tecnológicamente es un equipo con muchos de sus componentes obsoletos, además de esto se encuentra totalmente depreciado ya que su vida útil es de 10 años.
2. La adquisición de las partes y repuestos de la máquina tarda meses en hacerse tangible debido a que la mayoría de estos son solicitados al exterior; al del fabricante del equipo. A esto hay que agregar la falta presupuestaria que en muchas ocasiones dificulta la adquisición de los mismos.
3. La máquina *Friction Welder* no cuenta con un mantenimiento programado adecuado, esto debido al no contar oportunamente con las partes y repuestos necesarios para su intervención, situación que ha generado paradas imprevistas del equipo a causa de fallas no corregidas a tiempo.
4. El Departamento de Varillas y Refractarios como unidad usuaria de la máquina *Friction Welder* presenta una gran debilidad al no llevar un control en el registro de las fallas del equipo a nivel de sistema SIMA.
5. En la actualidad se están soldando puntas con especificación técnicas distintas a las sustentadas por CVG VENALUM, situación que está afectando el rendimiento de la máquina *Friction Welder*, factor de servicio y costos de mantenimiento.
6. Las paradas imprevista de la máquina a causa de sus fallas, generan el



no poder contar con los volúmenes necesarios de varillas disponibles por parte del Departamento; situación que pone en riesgo las condiciones normales de operación a nivel general de planta y que ha generado a través de los años el tener que contratar servicios foráneos para la reparación no solo de puntas con defectos $> 180\text{ mm}$ sino también puntas $< 180\text{ mm}$.

7. El precio por reparación de puntas a través de la contratación de servicio foráneo se ha incrementado un 49% en el último año (Bs. 502.42), esto en relación con el último precio conocido durante el año 2012 (Bs. 254).
8. La Alternativa 2, es el escenario más factible técnicamente debido a que se obtendrán beneficios con la implementación del mismo, entre ellos: maximiza la disponibilidad de varillas buenas, además de permitir el procesamiento de puntas $> 180\text{ mm}$.
9. El análisis de sensibilidad arrojó que el monto de la inversión para la alternativa 2 debería de ser aproximadamente Bs. 12.387.827 (\$ 1.966.236), en donde el VPN es de Bs. 0 y el CAUE Bs. 0.



RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados alcanzados con la investigación es conveniente recomendar:

1. Considerar la alternativa 2 como la más viable, siempre y cuando se considere el resultado obtenido en el análisis de sensibilidad, en donde el costo de inversión sea de aproximadamente Bs. 12.387.827 (\$ 1.966.236).
2. En términos económico la alternativa más recomendable es la 2, porque el costo a valor presente neto en término de valor absoluto es menor al de la alternativa 1..
3. Mejorar el actual programa de mantenimiento de la maquina *Friction Welder*, que permita una mayor disponibilidad de la misma.
4. Llevar a cabo un estudio metalúrgico que permita determinar, si las puntas suministradas por la empresa Forja Santa Clara cumple con las especificaciones técnicas sustentada por CVG VENALUM.
5. Realizar un plan de mejora continua a nivel del Departamento de Varillas Refractarios y la Gerencia de Carbón, que permita eliminar las debilidades que estos presentan como unidad usuaria de la máquina *Friction Welder* y asegure el correcto funcionamiento del equipo propuesto.



BIBLIOGRAFIA

1. Banco Central de Venezuela, **BCV**. [Página web en línea. Disponible: www.bcv.gob.ve. Consulta: 2013, Junio 2]
2. BLANK L. TARQUIN, A (1990). **Ingeniería Económica**. México. Editorial Mc Graw - Hill.
3. Héctor M. Reyes V. (1994). **Estudio de factibilidad técnico-económico para la instalación de la maquina *Friction Welder* en el área de reparación de varillas de CVG VENALUM**. UNEFM Coro, Estado Falcón.
4. **Industria Venezolana de Aluminio, C.A.** Manual De Inducción CVG VENALUM. Trabajo no publicado, Puerto Ordaz: Autor.
5. ROJAS DE N., R. (1997). **Orientaciones Prácticas para Elaboración de Informes de Investigación**. (2^{da} Ed.) UNEXPO. Vice-Rectorado Puerto Ordaz.
6. TAYLOR George (1985) **"Ingeniería Económica"** Editorial Limusa Segunda Edición, México.
7. THUESEN, H. FABRICKY, W (1986). **Ingeniería Económica**. México. Editorial Prentice–Hall Hispano Americana, S.A.
8. Venezolana de Aluminio, **VENALUM**. (2006, Septiembre 04). [Página Web en línea. Disponible: <http://www.Venalumi.com> Consulta: 2012, Octubre 03].



9. Víctor A. Sánchez M. (2012). **Evaluación Técnico – Económica para la adquisición, Instalación y Puesta en Marcha de una Máquina de Soldadura Automática por Fricción de Varillas Anódicas en CVG VENALUM.** UNEXPO Puerto Ordaz, Estado Bolívar.



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"

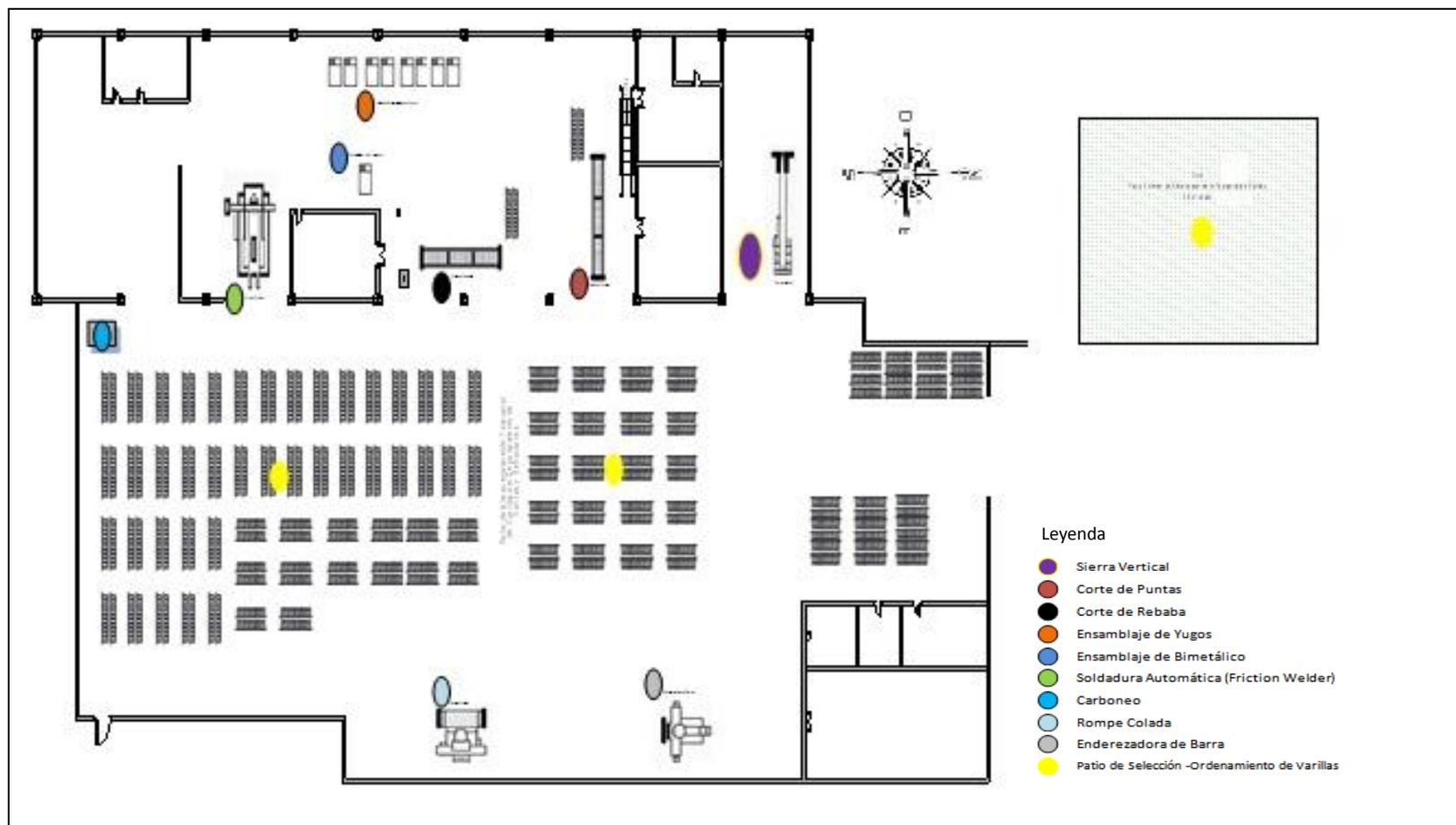


APÉNDICES



APÉNDICE A

Distribución de Planta





U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



APÉNDICE B

Defectos en las Puntas de las Varillas Anódicas

DEFECTOS	CARACTERÍSTICA	ILUSTRACIÓN
Colada Adherida	<p>Disminución en la cantidad de la operación del grafitado. Esto comprende tanto la cantidad de la solución desmoldeante como la cantidad utilizada para impregnar la punta del yugo, es decir, la profundidad de inmersión de este en dicha solución.</p> <p>Desplazamiento ascendente de las isoterms del ánodo en celdas, lo que incrementó la temperatura en la zona de la colada disminuyendo la eficiencia del grafitado.</p>	
Fundidas	<p>Se originan cuando las puntas del yugo entra en contacto directo con el baño electrolítico durante la permanencia del ánodo celdas, siendo necesario para que ocurra este defecto, el consumo localizado del ánodo, por lo que la densidad, contenido de sodio, reactividad al CO₂ y al aire (O₂) del ánodo así como el comportamiento térmico de las celdas electrolíticas son variables determinantes.</p>	
Ataque de Baño	<p>Es un defecto crítico donde los yugos son afectados por el contacto directo con el baño electrolítico. Evidentemente este defecto se vio afectado por la eliminación de protección de yugos en el sentido que se incrementó la posibilidad de contacto baño – yugo.</p>	
Desprendidas	<p>Es un defecto crítico detectado por inspección visual en la unión yugo – puntas de yugo que se manifiesta con grietas o por la desunión de estos por la aplicación de una fuerza.</p>	



APÉNDICE C

Cantidad de Puntas a Reparar Según sus Defectos Años 2004 al 2012

Defectos	Año								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
COLADA ADHERIDA	2181	4554,0	9767	7245	8703	12230	7493	7000	11020
PUNTAS FUNDIDAS	5325	9421,0	13148	10866	9013	9174	4706	6523	6331
BAÑO ELECTROLITICO	2532	5312	3560	8449	8259	8124	4052	8773	17428
Subtotal	10038	19287,4	26475	26560	25975	29528	16251	22296	34779
PUNTAS DESPRENDIDAS	4102	4430,0	4520	3101	2086	2395	1144	1474	1524
Total	14140	23717	30995	29661	28061	31923	17395	23770	36303

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios (Archivo adjunto CD: clasificación varillas)



APÉNDICE D

Cantidad de Puntas a Reparar Según su Longitud y Relación Porcentual
Años 2004 al 2012

Año	Puntas a Reparar			% A/C	% B/C
	<180 mm	>180 mm	Total A+B		
	A	B	C		
2004	10038	4102	14140	71,0%	29,0%
2005	19287	4430	23717	81,3%	18,7%
2006	26475	4520	30995	85,4%	14,6%
2007	26560	3101	29661	89,5%	10,5%
2008	25975	2086	28061	92,6%	7,4%
2009	29528	2395	31923	92,5%	7,5%
2010	16351	1144	17495	93,5%	6,5%
2011	22296	1474	23770	93,8%	6,2%
2012	34779	1524	36303	95,8%	4,2%
total	211289,0	24776,0	236065,0	89,5%	10,5%
Promedio	23476,6	2752,9	26229,4	89,5%	10,5%

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios (Archivo adjunto CD: clasificación varillas)



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



APÉNDICE E

Evaluación Económica

ALTERNATIVA 1: MANTENER LA SITUACION ACTUAL

FLUJO DE CAJA

AÑO	INVERSIÓN (Bs.)	COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año)	COSTO DE REPARACION DE PUNTAS (Bs./año)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
2014	2.175.865			-2.175.865
2015		926.085	3.296.478	-4.222.563
2016		926.085	3.296.478	-4.222.563
2017		926.085	3.296.478	-4.222.563
2018		926.085	3.296.478	-4.222.563
2019		926.085	3.296.478	-4.222.563
2020		926.085	3.296.478	-4.222.563
2021		926.085	3.296.478	-4.222.563
2022		926.085	3.296.478	-4.222.563
2023		926.085	3.296.478	-4.222.563
2024		926.085	3.296.478	-4.222.563

ÍNDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	14,00%
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN (Bs.)	2.175.865
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO (Bs./año):	926.085
COSTO DE REPARACION DE PUNTAS (Bs.)	3.296.478
VALOR PRESENTE NETO VPN (Bs.)	-24.201.242
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs./año)	-4.639.706

ALTERNATIVA 2 : AQUISICION DE UNA MAQUINA ADICIONAL

FLUJO DE CAJA

AÑO	INVERSIÓN (Bs.)	COSTO DE MANTENIMIENTO (Bs./año)	AHORROS (Bs./año)	FLUJO DE EFECTIVO (Bs.)
2014	10.295.758	0	0	-10.295.758
2015	21.653.050	0	3.296.478	-18.356.572
2016		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2017		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2018		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2019		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2020		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2021		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2022		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2023		1.353.316	3.296.478	1.943.162
2024		1.353.316	3.296.478	1.943.162

ÍNDICES DE RENTABILIDAD

COSTO DE CAPITAL	14,00%
MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN (Bs.)	29.772.944
COSTO MANTENIMIENTO EQUIPO NUEVO (5% INVER)	1.353.316
COSTO MANTENIMIENTO EQUIPO ACTUAL (Bs./año)	0
AHORROS (Bs.)	3.296.478
VALOR PRESENTE NETO VPN (Bs./año)	-17.966.844
COSTO ANUAL EQUIVALENTE (Bs./año)	-3.444.487

Fuente: Archivo Adjunto CD (Evaluación Económica)



APÉNDICE E

Análisis de sensibilidad (archivo adjunto CD) ■



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXOS



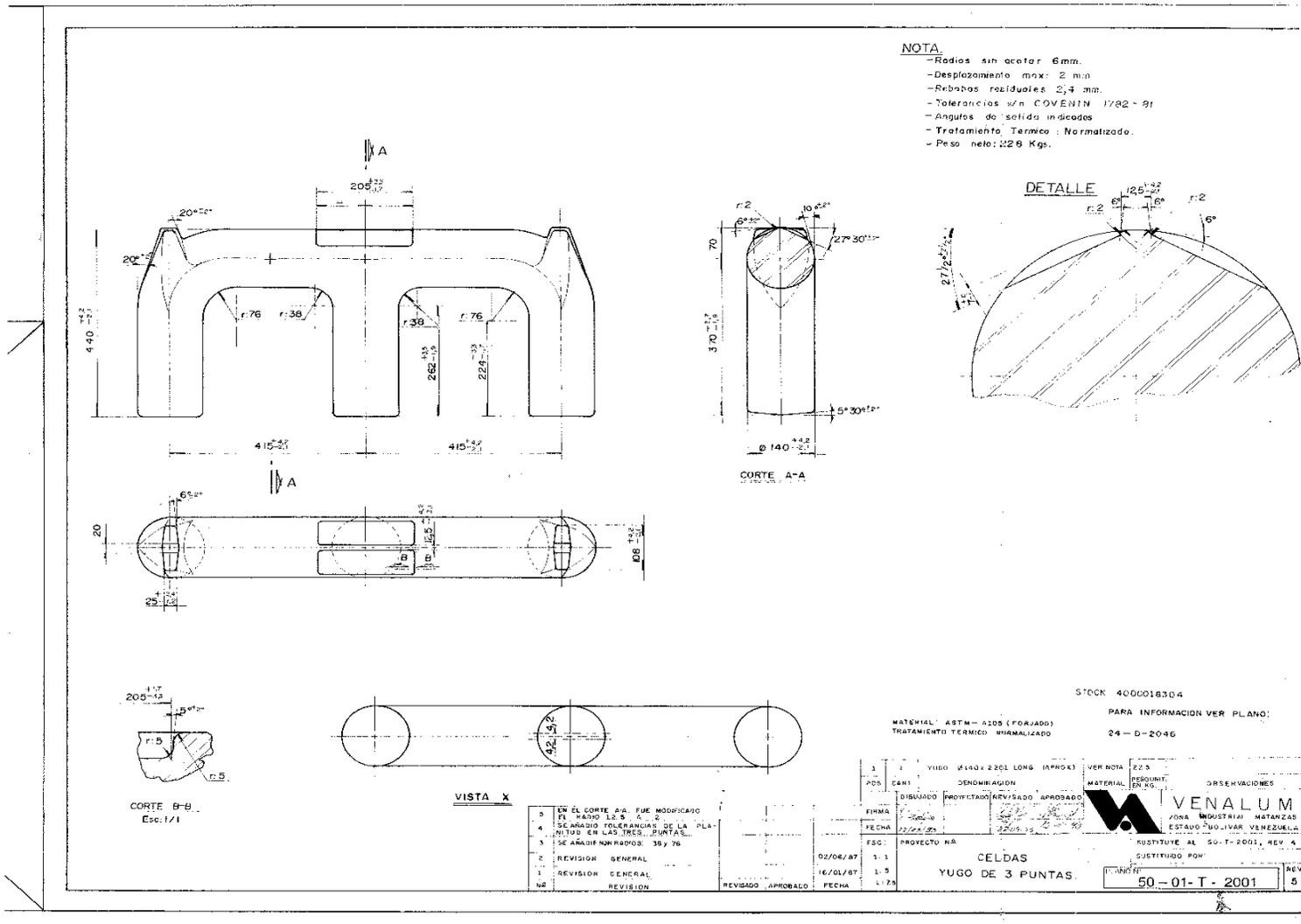
U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



ANEXO 1

Plano de Varilla Anódica 50-01-T-2001





U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 2

Información suministrada por Forja Santa Clara

Fecha: 05 DE Agosto de 2013

Señores:
SIDERURGICA DEL ORINOCO (SIDOR)

Atención:
VICTOR SANMARZ
Presente.-

Estimado Señor, ante todo reciba un cordial saludo y a la digna institución al cual representa, sirva la presente para remitirle la información requerida por usted, acerca de la materia prima para la elaboración de puntas de yugos forjadas mecanizadas de C.V.G VENTALUM.

MATERIA PRIMA: Palanquillas CUAD. 130 X 6000 mm.
MATERIA PRIMA: Palanquillas CUAD. 130 X 7000 mm.
MATERIA PRIMA: Palanquillas CUAD. 130 X 9000 mm.

ACEROS: SAE-1008.

En algunas ocasiones se usaron palanquillas cuad. 140x6000 mm en calidad ASTM A-105, proveniente de SIDETUR.

FORJAS DE SANTA CLARA C.A. Comenzó a relacionarse comercialmente con la **C.V.G VENTALUM** Aproximadamente en el año 1996, elaborando puntas de yugos forjadas mecanizadas.

RECOR DE FABRICACION DE PUNTAS:

Puntas de Yugos Forjadas mecanizadas D= 140 X 180 mm, se han producidos aproximadamente 87.500 piezas desde el año 1996.

Puntas de Yugos Forjadas mecanizadas D= 140 X 265 mm, se han producidos aproximadamente 8560 piezas, estas desde el año 1999.

Durante todo este trayecto que hemos estado elaborando puntas forjadas mecanizas a la **C.V.G VENTALUM**, la materia prima recibida ha sido de buena calidad referente a que no han presentado anomalías alguna como por ejemplo: Grietas, rechupes, en algunas oportunidades se recibieron coladas con defectos de porosidades pero este no infiere en la calidad del proceso productivo debido a que dicha pieza realiza la función de un electrodo.

Las relaciones comerciales entre ambas empresas han sido excelente y de muy buena comunicación.

Sin más a que hacer referencia, me suscribo, Saludos Cordiales

Atentamente;
Natalio Palencia
Cel. 0414.459.72.93
Forja de Santa Clara
Dpto. Planificación



AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO, PEAJE SANTA CLARA, SAN JOAQUIN, ESTADO CARABOBO

TELEFONO: (0245) 4511962 / TELEFAX: (0245) 5521454 / EMAIL: FORJASANTACLARA@GMAIL.COM



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 3

Informe DMP – 012 - 2012



		<p align="center">GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SPTCIA. DE PLANIFICACION E INGENIERIA DE MANTENIMIENTO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO AVENIDA FUERZAS ARMADAS, ZONA INDUSTRIAL MATANZAS. PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLIVAR. TELEFONOS: (0286) 970/4593 – 4839 – 5670 – 4577</p>		
INFORME TECNICO				
TITULO:				
CONDICION OPERATIVA DE MÀQUINA FRICTION WELDER.				
Elaborado por:		Usuario (s):		
A. Pittier.		Gerencia de Carbón Gerencia de Mantenimiento.		
Grado de Confidencialidad:		Referencia del Usuario:		
Uso Interno		Màquina Friction Welder.		
Informe N°:				N° de paginas:
DMP - 012- 2012				10
Lugar:	Fecha de elaboración:	Fecha de entrega:	Jefe de Departamento:	Superintendente:
Matanzas	18/04/12	23/04/12	Jaime Zamora	Jesus Rojas
<p>Resumen:</p> <p>El presente Informe contempla los resultados de la Inspección condición operativa de la Máquina Friction Welder. La misma nos muestra que este equipo presenta una serie de desviaciones como se indican en la página N° 3, que corregidas y mantenidas en el tiempo presentarían un equipo en condiciones aceptable de funcionamiento. Para mayor información ver texto.</p>				
Distribución (Unidades)				
GERENCIA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
GERENCIA DE CARBON.				
SPTCIA. PLANIF. E INGENIERIA DE MANTTO.				



INSPECCION MÁQUINA FRICTION WELDER.



Fig. Nº 1: Máquina Friction Welder.



Fig. Nº 2.



Fig. Nº 3.



INSPECCION MÁQUINA FRICTION WELDER.

De la Inspección realizada a la *Condición Operativa de la Máquina Friction Welder* se detectó lo siguiente:

- Sellos del Cilindro de la Unidad de Elevación, presentan fugas, ver figs. 5, 6 y 7.
- Sellos de los cilindros hidráulicos de ascenso y descenso del Cargador de puntas, presentan fugas, ver fig. N° 4 y Fig. N° 6.
- El Cargador de Puntas no gira correctamente, no posiciona las puntas o tochos en el sitio indicado, ver fig. N° 24.
- El sistema aéreo presenta fugas, ver fig. N° 8 y N° 9.
- El sistema aéreo falta empujador de varillas, ver fig. N° 8.
- Falta manómetro en Acumulador de la Unidad Hidráulica Principal, ver fig. 10.
- Falta protector al sistema de embrague, ver fig. 5.
- Falta manómetro a la entrada de la Cámara de Aire.
- Calibrar manómetros de las Líneas Hidráulicas de presión, ver fig. 16.
- Reparar conexiones de los sulches de proximidad, ver fig.12.
- El sistema hidráulico de válvulas presenta fugas, ver figs. 11, 15, 16 y 17.
- Los pisos superior e inferior y cercanías del mandril requieren de limpieza, ver figs.11, 13, 18, 19 y 25.
- El panel de control requiere de mantto. de estructura y sulches, ver fig. 14.
- Se están soldando puntas con medidas fuera de especificaciones en cuanto a altura, diámetro y tipo de material (mayor dureza), ver figs. 20, 21, 22 y 23. Esta desviación ocasiona que la máquina realice mayor esfuerzo para soldar las puntas, además de la generación de mayores niveles de vibración.
- La periferia de las puntas no están rectificadas, presentan superficie irregular, ver figs. 20, 21 y 22.
- Las mordazas presentan desgaste excesivo en la zona de fijación de las puntas, ver figs. 23, 26 y 27.



DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES:

La Máquina Friction Welder puede funcionar en *condiciones operativas aceptable*, pero para ello se requiere realizar las siguientes actividades y mantenerlas:

- Cumplir con la realización del mantto. rutinarlo en todas sus modalidades:
Inspección, limpieza, ajuste, cambios de componentes, lubricación, etc., en todos los sistemas de la máquina.
 - Reemplazar las mordazas periódicamente según el desgaste que presenten. De esto depende el centrado y la fijación correcta de las puntas. El no cumplimiento de esta actividad genera altos esfuerzos en el proceso de soldadura de las puntas como también altos niveles de vibración en la máquina y deterioro prematuro de la misma.
 - Soldar puntas que cumplan con las especificaciones del fabricante en cuanto a diámetro, altura y tipo de material. Esto hace que la máquina trabaje en forma aceptable y eficiente.
 - Tratar en lo posible que las puntas a soldar tengan la periferia rectificada. Esto permite que las mordazas tengan un mejor agarre y centrado de las puntas.
 - Realizar periódicamente mantto., limpieza y ajuste del mandril. Elemento esencial en el proceso de soldadura.
 - Realizar mantto. a: Sensores de proximidad, Bloque hidráulico principal, Intercambiador de calor de la Unidad Hidráulica, Panel de Control y Tanque de fluido hidráulico entre otros.
 - Corregir las desviaciones dadas en la página N° 3.
-



ANEXO 4

Cantidad de Insumos Requeridos Durante el año 2013



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



PARA : **DIVISION DE ALMACEN**

DE. : **DEPARTAMENTO VARILLAS Y REFRACATRIOS**

ASUNTO: **INSUMOS REQUERIDOS AÑO 2013 - CODIGOS ALMACEN**

FECHA: **08 de Octubre de 2012**

A continuación enviamos el requerimiento que necesitaremos para poder cumplir con el acondicionamiento de varillas anódicas durante el año 2013. El no contar con estos materiales se vería afectada el acondicionamiento de varilla y el mantenimiento refractarios, por ende la incorporación de celdas.

Código	Material	Existencia Almacén	Requerimiento Anual
4000009594	ACEITE HIDRATAULICO HIDRALUB 68	21	40
4000009618	ACEITE HIDRATAULICO HIDRALUB AW68	0	40
4000019584	ACOPLE ENGRANAJE	6	2
4000019585	ACOPLE ENGRANAJE	2	2
4000008776	ALAMBRE ALUMINIO PARA SOLDAR DIAMETRO 3/32"	80	1040
4000005377	ALAMBRE TIERRA PARA HORNOS DE INDUCCION	180	200
4000008780	ALAMBRE TUBULAR	0	600
4000000153	ARANDELA PLANA PEDONDA A 6.4X12.5X1.6 MM	115	1200
4000000206	ARANDELA PLANA REDONDA 12.5X6.4X1.6 MM	4750	1200
4000124039	BAQUELITA AISLANTE (PL 24-01-D-1103)	1120	4000
4000123977	BARRAS DE ALUMINIO	0	1000
4000018304	BIMETALICO ETJ 2001	450	2400
4000009715	BOQUILLA 633611	150	300
4000009717	BOQUILLA 8	11	300
5200000017	BRAGA DESECHABLE TIPO DUPONT TYVEK	1838	900
4000009667	BROCHA 3"	0	20
4000005308	CABLE DE TENSION 3X10	0	200
4000005361	CABLE MONOPOLAR 2/0	0	200
4000008908	CANAL CONDUCTOR DE ALAMBRE FUERTE	150	200
5200000028	CARETA CLARA	0	50
5200000025	CARETA PARA SOLDAR	0	50
5200000026	CARETA TRANSPARENTE	160	50
5200000027	CARETA VERDE CLARO	17	50
4000009256	CASTABLE MINRRO SIL S-14	60	60
4000009673	CEPILLO DE SOLDADOR	0	40
4000018148	CILINDRO (MOLDE) DE SINTERIZACIÓN	0	50
4000116190	CILINDROS / ACETILENO	99 kg	700 cilindros
4000005762	CILINDROS / ARGON		0600 Cilindros
4000005768	CILINDROS / OXIGENO		080 Cilindros
4000009659	CINCEL FILO CHATO 9" DE LARGO	8	20

U.G.-009.A (14-11-2011) POLITICA DE LA CALIDAD Y AMBIENTE: "CVG-VENALUM, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce, comercializa aluminio y mejora de forma continua su sistema de gestión, comprometiéndose a: Garantizar los requerimientos del cliente. Prevenir la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos. Cumplir la legislación; otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad y ambiente".



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



CORPORACION
VENEZOLANA DE GUAYANA



4000122562	CONCRETO (CASTABLE) ALTA ALUMINA 90	0	960
4000009259	CONCRETO (CASTABLE) REFRACTARIO DENSO - EXTRA FUERTE	0	300000
4000009257	CONCRETO MOLD. REFRACTARIO AISLANTE 26 - CASTABLE LIVIANO	0	130000
4000126184	CONJUNTO DE ANCLAJE PARA MÓDULO DE FIBRA	0	400
4000126185	CONJUNTO DE ANCLAJE TRANCA PARA MÓDULO DE FIBRA	0	400
4000008947	CONTACTOR PRINCIPAL	0	1
5200000041	DELANTAR DE CUERO PARA SOLDADOR	33	60
5200000042	DELANTAR DE CUERO PARA SOLDADOR	0	60
4000009603	DESENGRASANTE	0	6
4000005446	DISCO DE ESMERIL 7"	97	20
4000009753	DISCO DE SIERRA	0	4
4000009754	DISCO DE SIERRA VERTICAL 14"	0	4
4000008769	ELECTRODO AWS A5.4 E312-16 DIA 1/8"	0	180
4000008752	ELECTRODO AWS A5.4 E312-16 DIA 5/32"	0	180
4000008729	ELECTRODO DE CARBÓN 1/2"	0	5000
4000008737	ELECTRODO DE CARBÓN P/BISELAR, 1/4"X12"	13950	45000
4000008739	ELECTRODO DE PLATA	0	100
4000008765	ELECTRODO HIERRO FUNDIDO	0	30
4000008757	ELECTRODO REVESTIDO PARA SOLDAR BAJO CARBÓN 5/32"	0	30
4000008761	ELECTRODO REVESTIDO PARA SOLDAR BAJO CARBÓN 60/13"	300	180
4000008735	ELECTRODOS 3/32"	90	180
4000008740	ELECTRODOS 1/8"	220	180
4000008762	ELECTRODOS 3/16"	0	180
4000008746	ELECTRODOS DE ACERO 5/32"	60	180
4000123269	FIBRA CERÁMICA 2600ZR, 7320X610X13 MM	0	200
4000123330	FIBRA CERÁMICA 2600ZR, 7320X610X25 MM	0	200
5200000047	GUANTE DE CARNAZA	1572	8928
5200000050	GUANTE HOT MILL	5026	2496
5200000049	GUANTE LARGO DE CUERO PARA SOLDADOR	0	840
4000008848	JUEGO DE PIEZA/BOQUILLAS SOPLETE ST-16	0	50
4000009221	LADRILLO 350X123X65	0	5400
4000009193	LADRILLO DE ARRANQUES	0	4500
4000009205	LADRILLO DE CAMARA	0	4500
4000009206	LADRILLO DE CAMARA	0	4500
4000009207	LADRILLO DE CAMARA	0	4500
4000009209	LADRILLO DE CAMARA	0	4500
4000009211	LADRILLO REFRACTARIO 220X280X147MM A40K PARED DE FLUJO	403	4500
4000009210	LADRILLO REFRACTARIO 221 X 280 X 147 MM A40K	0	4500
4000009208	LADRILLO REFRACTARIO 436X280X147 MM- PARED DE FLUJO	0	4500
4000009204	LADRILLO REFRACTARIO A40K 435X280X147 MM- PARED DE FLUJO	2179	4500
4000009225	LADRILLO REFRACTARIO AE5	0	72800
4000009189	LADRILLO REFRACTARIO CIRCULAR	0	70000
4000009218	LADRILLO REFRACTARIO PARA PISO DE LOSA	0	5400
4000009194	LADRILLO REFRACTARIO PL. 23-01-C-1012 (DE PISO)	0	4500
4000009192	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1001 (DE PISO)	1260	4500
4000009200	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1002- SOPORTE DE PISO	1842	4500

UG-009 A (14-11-2011) POLITICA DE LA CALIDAD Y AMBIENTE: "CVG-VENALUM, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce, comercializa aluminio y mejora de forma continua su sistema de gestión, comprometiéndose a: _ Garantizar los requerimientos del cliente. _ Prevenir la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos. _ Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad y ambiente".



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



4000009214	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1004 CAMARAS DE COMB.	0	4500
4000009213	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1006 CAMARAS DE COMB.	572	4500
4000009190	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1009 (DE PISO)	0	47340
4000009195	LADRILLO REFRACTARIO PLANO 23-01-C-1011(310 X 250 X 131 MM).	220	4500
4000009215	LADRILLO REFRACTARIO RECTANGULAR ESTÁNDAR	0	33280
4000009212	LADRILLO REFRACTARIO TIPO B 338X283X131- CAMARAS DE COMB.	0	4500
4000009549	LAMINA ACERO A-36, 3/4" X 1,20M X 2,40M	0	20
4000005787	LAMINA MARINITE 1/2"X4-9/16"X16-3/16"	15	100
4000005786	LAMINA MARINITE 1/2"X5-3/4"X14-1/4"	22	100
4000005785	LAMINA MARINITE, 1/2"X5"X8", BROWN BOVER	13	100
4000009720	MANDARRIA	0	20
4000008906	MANGUERA CONDUCTIVA LINDE	0	6
4000008733	MANGUERA CONEXIÓN PARA OXIGENO Y ACETILENO	39	20
4000009734	MANOMETRO ACETILENO	0	10
4000009743	MANOMETRO ARGON	0	10
4000009735	MANOMETRO OXIGENO	0	10
4000002529	MARACA MACHO/HEMBRA	33	12
5200000085	MASCARILLA GRIS	39600	13440
5200000084	MASCARILLA PARA SOLDADOR	0	5824
4000123340	MODULO DE FIBRA CERÁMICA 305X305X200	0	200
4000123331	MODULO DE FIBRA CERÁMICA 400X305X200	0	200
4000123332	MODULO DE FIBRA CERÁMICA 610X305X200	0	200
4000123341	MODULO DE MODULO DE FIBRA CERÁMICA 305X305X200	0	200
4000009258	MORTERO HÚMEDO DE FRAGUADO AL AIRE (HARWACO)	600	50000
4000009267	MORTERO SUPERDUTY	8800	31200
4000008870	MOTOR DEL VENTILADOR	0	2
4000008923	PAR/CONECTORES PARA CABLE DE SOLDAR	32	20
4000124040	PARTILLAS DE FRENOS DE LA FRICCIÓN	0	100
4000009271	PEGAMENTO EPOXY DE DOS COMPONENTES	0	10
4000008999	PINZA / TIERRA (-)	0	10
4000008905	PISTOLA SOPLETE ST-16	0	4
4000008903	PISTOLA SOPLETE ST-21	0	4
4000009541	PLANCHA DE ACERO 1/4 X 1,20 X 2,40 M	0	20
4000009545	PLANCHA DE ACERO 3/8 X 1,20 X 2,40 M	0	20
5200000078	POLAINA DE CUERO PARA SOLDADOR	48	60
4000112761	PUNTA DE ACERO - 140 X 180 MM	0	32760
4000128150	PUNTA DE ACERO - 140 X 265 MM	0	5000
4000008922	RECTIFICADOR 300 AMP	0	4
4000008930	RECTIFICADOR 300 AMP	6	4
4000009344	REFRACTARIO A BASE DE SILICE - MINRRO-SIL 1001	220	9360
4000120719	ROLLO DE MICA 0,5 MM X 1 M X 40 M	0	20
4000016591	SEGMENTO AISLANTE BOBINA HORNO INDUCC.BAQUELITAS	500	3000
4000004578	SENSOR DE LA FRICCIÓN	0	4
4000004894	TERMINAL DE 1/2	0	200
4000005748	TIZA PARA SOLDADORES	0	5
4000000049	TORNILLO HEXAGONAL CRISOL ROCIADOR	8	800

UG-009A (14-11-2011) POLÍTICA DE LA CALIDAD Y AMBIENTE: "CVG-VENALUM, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce, comercializa aluminio y mejora de forma continua su sistema de gestión, comprometiéndose a: _ Garantizar los requerimientos del cliente. _ Prevenir la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos. _ Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad y ambiente".



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



4090000238	TORNILLO HEXAGONAL M6X75 MM MA. T. CAL. 8.8	3104	3000
4000097343	TRAPO ESTERILIZADO	319	480
4000000854	TUERCA HEXAGONAL CRISOL ROCIADOR	0	800
4000000142	TUERCA HEXAGONAL M6 MM, ROSCA MA, CLASE 8	234	3000
4000009481	YUGO DE 3 PUNTAS DE ACERO	0	420
4000015450	GUAYA 5/16"	0	100
4000000994	GUAYA 9 MM	0	100
4000009754	DISCO DE SIERRA 14"	0	10
5000000065	TIRRO 1"	0	70
5000000066	TIRRO 2"	0	50

Elaborado por:

Nelson Alvarez

Jefe Dpto. Varillas y Refractarios

Vto. Bno:

Alfredo Cardenas

Superintendente Servicios a Carbón (E)

Aprobado por:

Herna Ancheta

Gerente de Carbón (E)

C.C. Archivo.

UG-009 A (14-11-2011) POLITICA DE LA CALIDAD Y AMBIENTE: "CVG-VENALUM, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce, comercializa aluminio y mejora de forma continua su sistema de gestión, comprometiéndose a: _ Garantizar los requerimientos del cliente. _ Prevenir la contaminación asociada a las emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos. _ Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de calidad y ambiente".



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 5

Mesa de Corte de Puntas Dañadas





U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 6

Panel de Control de la Máquina *Friction Welder*





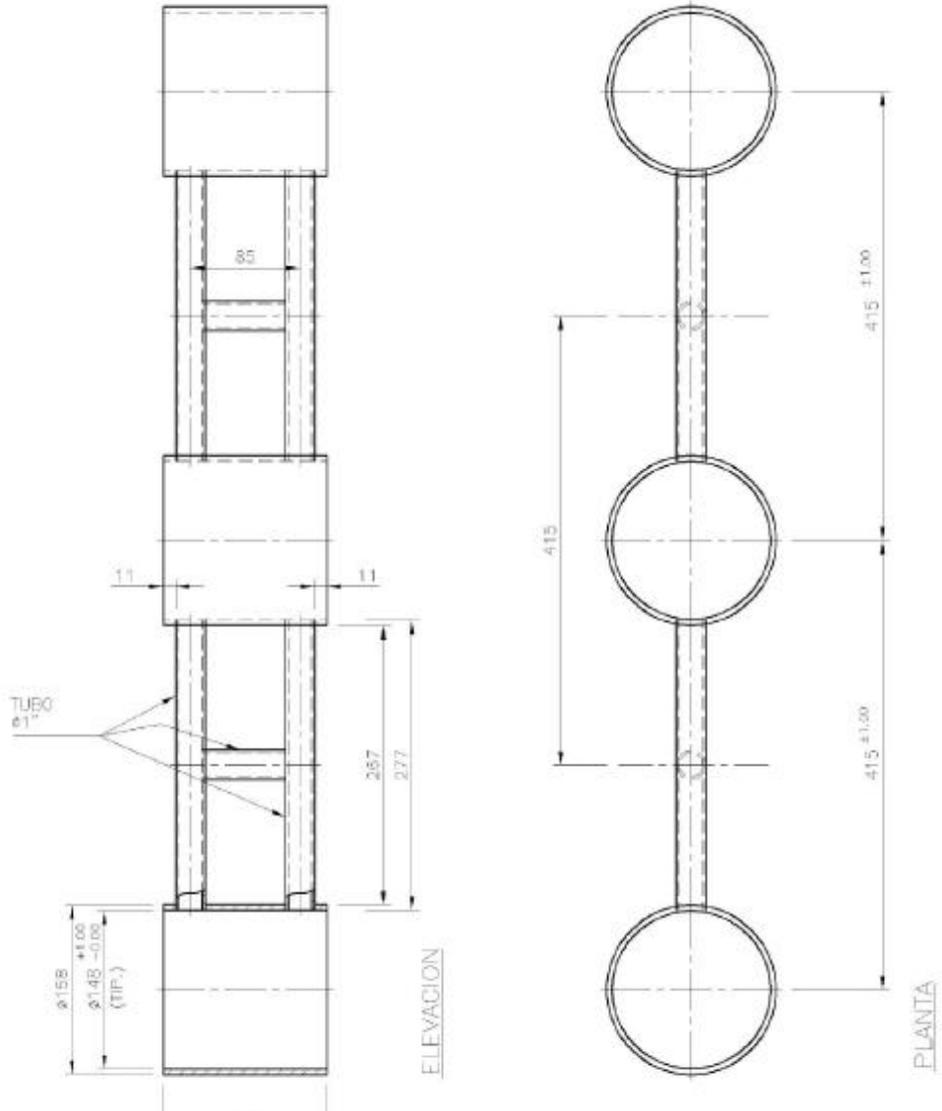
U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 7

Plantilla de Verificación





ANEXO 8

Mesa de Corte de Rebaba





ANEXO 9

Inventarios Físico de Varillas en Planta Agosto 2011

**INVENTARIO FÍSICO DE VARILLAS AGOSTO 2011**

Nombre y Apellido

Nº Personal

Firma

CB-063(20-04-2009)

Inventario 2011

Se realizó inventario general de varillas el miércoles 03 de Agosto 2011. El resultado fue de 20809 varillas. Para esa fecha habían 3686 varillas para reparación, lo que implicaba 17123 unidades disponibles, de las cuales habían 13713 varillas en circulación y 3410 varillas disponibles en stock.

Inventario General de planta:

Estándar de Varillas = 22421 unid.

Déficit con respecto al inventario estándar = 1612 varillas

Estimación de varillas por bimetálico defectuoso para resto del 2011= 585 varillas.

Estimación de varillas a ensamblar : $1451 + 585 = 2036$ unidades



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 10

Inventario de Varillas 2013

Inventario Físico General de Varillas realizado el 29 de enero 2013

Área		Cantidad	Nº de Varillas / Celdas	Sub-Total
Complejo I	Celdas Operativas	94	18	1692
	Anodos Servidos (Blancos y Negros)	98	-	98
	Cabos en Celdas	178	-	178
	Varillas Sueltas	0	-	0
	Sub-Total Complejo I			1968
Estación de Baño I	Cabos sucios en el Sistema		-	5
	Cabos Limpios en el Sistema		-	197
	Cabos en Carretas		-	24
	Varillas Sueltas		-	585
	Sub-Total Estación de Baño I			811
Complejo II	Celdas Operativas	113	18	2034
	Anodos Servidos (Blancos y Negros)	195	-	195
	Cabos en Celdas	392	-	392
	Varillas Sueltas	0	-	0
	Sub-Total Complejo II			2821
Estación de Baño II	Cabos sucios en el Sistema		-	93
	Cabos Limpios en el Sistema		-	134
	Cabos en Carretas		-	47
	Varillas Sueltas		-	896
	Sub-Total Estación de Baño II			1170
Complejo III —V Línea	Celdas Operativas	71	26	1846
	Anodos Servidos (Blancos y Negros)	44		44
	Cabos en Celdas	286		286
	Varillas Sueltas	0		0
	Sub-Total Complejo III			2176
Celda V-360	Celdas Operativas	3	36	108
	Anodos Servidos (Blancos y Negros)		-	
	Cabos en Celdas		-	
	Varillas Sueltas		-	
	Sub-Total Celda V-360			108
Envarillado	Anodos en el Sistema Aéreo	101		101
	Anodos en Patio/ piso	1		1
	Anodos en Carretas	8		8
	Cabos en Sistema Aéreo	17		17
	Cabos en el piso/ patio	85		85
	Cabos en Carretas	24		24
	Varillas Sueltas	58		58
	Sub-Total Envarillado			284
Taller de Varillas	Varillas en stock / disponibles	1146		1146
	Varillas rellenas	20		20
	Varillas pendientes por reparar	7586		7586
	Varillas en reparación foránea	90		90
	Varillas en patio/ sin clasificar	89		89
	Sub-Total Taller de Varillas			8830
Total de Varillas			18.078	
Varillas con Bimetálico / Yugo desgastado		1093		1093
Total en circulación	Total - Dañadas			10.313



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



ANEXO 11

Plan Preliminar de incorporación y desincorporación de celdas 20012-2015
Mayo 2012

NORMALIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA

PLAN DE PRODUCCIÓN Y CONSUMOS AÑO 2013 - 2015 (28-29 CELDAS/MES)

MES	DÍAS	NIVELES DE PRODUCCIÓN DE ALUMINIO								PARAMETROS DE PRODUCCIÓN					
		PRODUCCIÓN NETA (t)	METAL TRANSFERIDO (t)	METAL RECIBIDO EN COLADA			METAL RECUPERADO		PRODUCCIÓN BRUTA (t)	EFICIENCIA CORRIENTE (%)	AMPERAJE OPERACIÓN (Kamp)	CELDA PRODUCCIÓN (n.mes)	CELDA		PUREZA METAL (% Al)
				LIQUIDO (t)	SOLIDO (t)	TOTAL (t)	DESINCORP. (t)	SOL. VENTA (t)					DESINCORP. (n.mes)	INCORP. (n.mes)	
ENE. 2013	31	12.228,02	288,00	11.953,82	38,24	11.992,06	13,80	26,60	12.268,42	92,09	174,195	295,08	6	28	99,800
FEB. 2013	28	11.905,87	288,00	11.631,67	38,24	11.669,91	13,80	26,60	11.946,27	92,09	174,087	319,92	6	28	99,800
MAR. 2013	31	14.093,07	303,00	13.803,87	38,24	13.842,11	13,80	26,60	14.133,47	92,08	174,309	343,08	6	29	99,800
ABR. 2013	30	14.440,62	288,00	14.170,92	48,74	14.219,66	18,30	34,10	14.493,02	92,08	175,103	362,92	8	28	99,800
MAY. 2013	31	15.699,13	288,00	15.428,43	48,74	15.477,17	18,30	34,10	15.750,53	92,08	175,024	383,05	8	28	99,800
JUN. 2013	30	15.840,74	288,00	15.574,04	58,64	15.632,68	21,30	41,60	15.903,64	92,08	174,506	401,59	9	28	99,800
JUL. 2013	31	17.168,73	288,00	16.899,03	48,74	16.947,77	18,30	34,10	17.221,13	92,07	174,570	422,05	8	28	99,800
AGO. 2013	31	17.995,04	303,00	17.710,34	48,74	17.759,08	18,30	34,10	18.047,44	92,07	174,763	442,82	8	29	99,800
SEP. 2013	30	18.171,32	288,00	17.901,62	48,74	17.950,36	18,30	34,10	18.223,72	92,07	174,779	462,92	8	28	99,800
OCT. 2013	31	19.553,19	288,00	19.293,49	48,74	19.332,23	18,30	34,10	19.605,59	92,07	174,729	483,05	8	28	99,800
NOV. 2013	30	19.663,60	288,00	19.393,90	48,74	19.442,64	18,30	34,10	19.716,00	92,07	174,685	502,92	8	28	99,800
DIC. 2013	31	21.095,21	288,00	20.825,51	48,74	20.874,25	18,30	34,10	21.147,61	92,07	174,643	523,05	8	28	99,800
AÑO 2013	365	197.853,53	3.486,00	194.576,63	563,28	195.139,91	209,10	394,20	198.456,83	92,08	174,616	411,87	91	338	99,800

Celdas Incorporadas: 338 - Celdas Desincorporadas: 91 = Celdas Netas Operativas: 247

MES	DÍAS	NIVELES DE PRODUCCIÓN DE ALUMINIO								PARAMETROS DE PRODUCCIÓN					
		PRODUCCIÓN NETA (t)	METAL TRANSFERIDO (t)	METAL RECIBIDO EN COLADA			METAL RECUPERADO		PRODUCCIÓN BRUTA (t)	EFICIENCIA CORRIENTE (%)	AMPERAJE OPERACIÓN (Kamp)	CELDA PRODUCCIÓN (n.mes)	CELDA		PUREZA METAL (% Al)
				LIQUIDO (t)	SOLIDO (t)	TOTAL (t)	DESINCORP. (t)	SOL. VENTA (t)					DESINCORP. (n.mes)	INCORP. (n.mes)	
ENE. 2014	31	21.795,10	300,00	21.522,40	69,74	21.592,14	27,30	49,10	21.871,50	92,30	174,611	539,44	12	29	99,800
FEB. 2014	28	20.277,88	300,00	20.005,18	69,74	20.074,92	27,30	49,10	20.354,28	92,30	174,581	555,96	12	29	99,800
MAR. 2014	31	23.199,57	315,00	22.911,87	69,74	22.981,61	27,30	49,10	23.275,97	92,30	174,734	574,21	12	30	99,800
ABR. 2014	30	23.142,42	300,00	22.869,72	69,74	22.939,46	27,30	49,10	23.218,82	92,30	174,960	591,29	12	29	99,800
MAY. 2014	31	24.595,09	300,00	24.322,39	69,74	24.392,13	27,30	49,10	24.671,49	92,30	174,927	608,44	12	29	99,800
JUN. 2014	30	24.356,96	300,00	24.087,26	79,64	24.166,90	30,30	56,60	24.443,86	92,30	174,606	623,95	13	29	99,800
JUL. 2014	31	25.905,35	300,00	25.632,65	69,74	25.702,39	27,30	49,10	25.981,75	92,30	174,861	641,44	12	29	99,800
AGO. 2014	31	26.721,25	315,00	26.429,05	59,24	26.488,29	22,80	41,60	26.785,65	92,30	174,996	661,47	10	30	99,800
SEP. 2014	30	26.595,91	300,00	26.318,71	59,24	26.377,95	22,80	41,60	26.660,31	92,30	175,014	680,55	10	29	99,800
OCT. 2014	31	28.238,72	300,00	27.961,52	59,24	28.020,76	22,80	41,60	28.303,12	92,30	174,986	699,69	10	29	99,800
NOV. 2014	30	28.048,72	300,00	27.771,52	59,24	27.830,76	22,80	41,60	28.113,12	92,30	174,960	718,55	10	29	99,800
DIC. 2014	31	29.739,95	300,00	29.462,75	59,24	29.521,99	22,80	41,60	29.804,35	92,30	174,935	737,69	10	29	99,800
AÑO 2014	365	302.616,92	3.630,00	299.295,02	794,28	300.089,30	308,10	559,20	303.484,22	92,30	174,848	636,06	135	350	99,800

Celdas Incorporadas: 350 - Celdas Desincorporadas: 135 = Celdas Netas Operativas: 215

NORMALIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA

PLAN DE PRODUCCIÓN Y CONSUMOS AÑO 2013 - 2015 (28-29 CELDAS/MES)

MES	DÍAS	NIVELES DE PRODUCCIÓN DE ALUMINIO							PARAMETROS DE PRODUCCIÓN						
		PRODUCCIÓN NETA	METAL TRANSFERIDO	METAL RECIBIDO EN COLADA			METAL RECUPERADO		PRODUCCIÓN BRUTA	EFICIENCIA CORRIENTE (%)	AMPERAJE OPERACION (kAmp)	CELDAS PRODUCCIÓN (n/mes)	CELDAS		PUREZA METAL (% Al)
				LIQUIDO	SOLIDO	TOTAL	DESINCOP.	SOL. VENTA					DESINCOP.	INCOP.	
(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(%)	(kAmp)	(n/mes)	(n/mes)	(n/mes)	(% Al)	
ENE. 2015	31	30.731,35	300,00	30.454,15	59,24	30.513,39	22,80	41,60	30.795,75	92,50	175,912	756,69	10	29	99,800
FEB. 2015	28	28.424,20	300,00	28.147,00	59,24	28.206,24	22,80	41,60	28.488,60	92,50	175,890	775,24	10	29	99,800
MAR. 2015	31	32.176,62	280,00	31.919,42	59,24	31.978,66	22,80	41,60	32.241,02	92,50	175,870	792,89	10	27	99,800
ABR. 2015	30	31.871,07	260,00	31.633,87	59,24	31.693,11	22,80	41,60	31.935,47	92,50	176,849	807,95	10	25	99,800
MAY. 2015	31	33.547,54	260,00	33.310,34	59,24	33.369,58	22,80	41,60	33.611,94	92,50	176,633	823,08	10	25	99,800
JUN. 2015	30	32.956,26	260,00	32.722,06	69,14	32.791,20	25,80	49,10	33.031,16	92,50	176,401	836,62	11	25	99,800
JUL. 2015	31	34.590,39	230,00	34.383,19	59,24	34.442,43	22,80	41,60	34.654,79	92,50	176,446	849,37	10	22	99,800
AGO. 2015	31	35.107,40	235,00	34.895,20	59,24	34.954,44	22,80	41,60	35.171,80	92,50	176,561	861,24	10	22	99,800
SEP. 2015	30	34.383,89	208,00	34.198,69	59,24	34.257,93	22,80	41,60	34.448,29	92,50	176,587	871,45	10	20	99,800
OCT. 2015	31	35.940,51	208,00	35.755,31	59,24	35.814,55	22,80	41,60	36.004,91	92,50	176,578	881,57	10	20	99,800
NOV. 2015	30	35.169,51	208,00	34.984,31	59,24	35.043,55	22,80	41,60	35.233,91	92,50	176,570	891,45	10	20	99,800
DIC. 2015	31	36.752,32	208,00	36.567,12	59,24	36.626,36	22,80	41,60	36.816,72	92,50	176,561	901,57	10	20	99,800
AÑO 2015	365	401.651,66	2.957,00	398.970,66	720,78	399.691,44	276,60	506,70	402.434,36	92,50	176,388	837,43	121	284	99,800

Celdas Incorporadas: 284 - Celdas Desincorporadas: 121 = Celdas Netas Operativas: 163



UNEXPO

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



PLAN PRODUCCION Y CONSUMO ÁREA REDUCCION AÑO 2012

REAL A MAYO CON VALORES PROYECTADOS JUNIO A DICIEMBRE

CVG venalum

PRODUCCION

YOS-DIBO

P-19

MES	Nº DIAS	PROD. NETA (t)	TRANSF. (t)	METAL A COLADA			TOTAL RECUPERADO (t)	PROD. BRUTA (t)	EFIC. AMPERAJE (%)	AMPERAJE LINEA (Kamp)	CELIDAS PROD. (n/mes)	CELIDAS /		PUREZA METAL (% Al)
				LIQUIDO (t)	SOLIDO (t)	TOTAL RECIBIDO (t)						DESINC. (n/mes)	INCORP. (n/mes)	
ENERO	31	14.265,44	68,64	14.155,14	67,78	14.222,32	90,94	14.356,38	88,92	156,04	412,00	7	7	99,38
FEBRERO	29	12.578,36	0,00	12.518,52	75,40	12.593,92	37,50	12.615,86	85,42	155,13	406,55	12	0	99,27
MARZO	31	11.476,06	0,00	11.406,34	104,29	11.510,62	50,55	11.526,59	79,49	150,14	385,32	34	0	99,45
ABRIL	30	8.511,66	0,00	8.495,11	87,25	8.582,36	81,29	8.592,95	107,44	145,08	226,07	23	0	97,44
MAYO	31	4.590,76	35,90	4.531,86	36,72	4.568,57	23,11	4.613,86	88,72	151,61	138,77	11	7	98,78
JUNIO	30	4.833,47	30,00	4.761,66	63,12	4.824,78	13,81	4.847,27	91,00	158,00	139,17	8	13	99,79
JULIO	31	5.295,60	70,00	5.183,33	65,23	5.248,56	14,27	5.309,87	91,00	160,00	145,71	8	17	99,79
AGOSTO	31	5.637,93	120,00	5.475,66	65,23	5.540,89	14,27	5.652,20	91,00	160,00	155,13	8	16	99,79
SEPTIEMBRE	30	5.723,52	90,00	5.591,71	63,12	5.654,83	13,81	5.737,32	91,00	160,00	162,73	8	16	99,79
OCTUBRE	31	6.192,46	80,00	6.070,20	65,23	6.135,42	14,27	6.206,73	91,00	160,00	172,39	8	16	99,79
NOVIEMBRE	30	6.271,01	90,00	6.139,21	63,12	6.202,33	13,81	6.284,82	91,00	160,00	178,30	8	16	99,79
DICIEMBRE	31	6.771,62	80,00	6.649,35	65,23	6.714,57	14,27	6.785,88	91,00	160,00	186,32	8	16	99,56
ANO 2012	366	92.147,87	664,64	90.978,07	621,11	91.799,18	381,86	92.629,76	90,56	156,33	226,372	343	124	98,38

V LINEA

MES	Nº DIAS	PROD. NETA (t)	TRANSF. (t)	METAL A COLADA			TOTAL RECUPERADO (t)	PROD. BRUTA (t)	EFIC. AMPERAJE (%)	AMPERAJE LINEA (Kamp)	CELIDAS PROD. (n/mes)	CELIDAS /		PUREZA METAL (% Al)
				LIQUIDO (t)	SOLIDO (t)	TOTAL RECIBIDO (t)						DESINC. (n/mes)	INCORP. (n/mes)	
ENERO	31	5.716,29	20,61	5.674,84	19,84	5.694,78	19,42	5.734,71	85,40	220,04	121,87	1	2	99,73
FEBRERO	29	5.597,90	4,00	5.581,98	21,86	5.603,94	16,30	5.614,21	91,92	220,24	118,45	6	0	99,71
MARZO	31	4.668,22	8,00	4.648,85	27,07	4.675,91	19,84	4.688,06	77,71	220,07	109,39	23	0	99,36
ABRIL	30	4.131,47	17,78	4.089,43	48,81	4.138,23	30,47	4.161,94	95,23	217,49	82,60	13	1	98,88
MAYO	31	3.986,37	33,69	3.930,92	21,76	3.952,68	5,57	3.991,93	90,99	219,54	79,97	3	2	99,60
JUNIO	30	3.884,95	0,00	3.872,48	11,84	3.884,31	4,87	3.902,28	91,00	220,00	80,33	2	2	99,79
JULIO	31	4.053,79	0,00	4.037,36	12,23	4.049,59	5,03	4.075,25	91,50	220,00	80,68	3	3	99,79
AGOSTO	31	4.044,06	24,00	4.007,44	12,23	4.019,67	5,03	4.061,72	91,50	220,00	80,48	2	4	99,79
SEPTIEMBRE	30	4.048,24	12,00	4.019,97	11,84	4.031,81	4,87	4.069,37	92,00	220,00	82,80	3	4	99,79
OCTUBRE	31	4.219,36	24,00	4.182,73	12,23	4.194,96	5,03	4.237,01	92,00	220,00	83,52	2	4	99,79
NOVIEMBRE	30	4.196,54	24,00	4.156,26	11,84	4.168,11	4,87	4.217,67	92,00	220,00	85,83	3	4	99,79
DICIEMBRE	31	4.413,29	48,00	4.352,67	12,23	4.364,90	5,03	4.430,95	92,00	220,00	87,35	2	4	99,79
ANO 2012	366	52.959,48	216,98	52.554,92	223,87	52.778,79	126,30	53.185,09	90,27	219,78	91,11	63	30	99,65

APROBADO POR:

Luis Martínez
Gcía. General de Planta

Angel González
Gcía. Reducción

Luis Salazar
Gcía. Cent. de Cal. y Procesos (e)

Rubén Chávez
Gcía. Subministros Industriales

Ana H. Sanoja
Spctca. Planif. y Cont. de Operac. (e)

Pág. 4

Elaborado por: Carmen Castillo - Spctca. Planificación y Control de Operaciones

\\Mem-2995\plan de producción y consumos area operativa 2011\PLANES AÑO 2012 REAL A MAYO (ESCENARIO CONSERVADOR)\PLAN PRODUCCION Y CONSUMOS REDUCCION AÑO 2012 (Act. Mayo) (12-09-2012) Plan Conservador(V)

FECHA DE EMISION: 12/09/2012

Plan incorporación y desincorporación de celdas I- 2012.


P-19


MES	Nº DIAS	PARAMETROS DE PRODUCCIÓN		
		CELIDAS		PUREZA METAL (% Al)
		DESINC. (n/mes)	INCORP. (n/mes)	
ENERO	31	7	7 ✓	99,38
FEBRERO	29	12	0	99,27
MARZO	31	34	0	99,45
ABRIL	30	223	0	97,44
MAYO	31	8	5	99,39
JUNIO	30	8	13 ✓	99,79
JULIO	31	8	17	99,79
AGOSTO	31	8 ✓	16	99,79
SEPTIEMBRE	30	8 ✓	16	99,79
OCTUBRE	31	8 ✓	16	99,79
NOVIEMBRE	30	8 ✓	16	99,79
DICIEMBRE	31	8 ✓	16	99,56
AÑO 2012	366	340	122	99,44

V LINEA

MES	Nº DIAS	PARAMETROS DE PRODUCCIÓN		
		CELIDAS		PUREZA METAL (% Al)
		DESINC. (n/mes)	INCORP. (n/mes)	
ENERO	31	1	2 ✓	99,73
FEBRERO	29	6	0	99,71
MARZO	31	23	0	99,35
ABRIL	30	13	1	98,88
MAYO	31	3	2	99,65
JUNIO	30	2	2	99,79
JULIO	31	3	3	99,79
AGOSTO	31	2	4	99,79
SEPTIEMBRE	30	3	4	99,79
OCTUBRE	31	2	4	99,79
NOVIEMBRE	30	3	4	99,79
DICIEMBRE	31	2	4	99,79
AÑO 2012	366	63	30	99,66

Superintendencia de Control de Calidad Reducción

Plan incorporación y desincorporación de celdas II- 2012.

CELDAS V-350

MES	Nº DIAS	PARAMETROS DE PRODUCCIÓN		
		CELDAS		PUREZA METAL (% Al)
		DESINC. (n/mes)	INCorp. (n/mes)	
ENERO	31	0	0	99,83
FEBRERO	29	0	0	99,81
MARZO	31	0	0	99,68
ABRIL	30	1	0	99,70
MAYO	31	0	1	99,77
JUNIO	30	0	0	99,79
JULIO	31	0	0	99,79
AGOSTO	31	0	0	99,79
SEPTIEMBRE	30	0	0	99,79
OCTUBRE	31	0	0	99,79
NOVIEMBRE	30	0	0	99,79
DICIEMBRE	31	0	0	99,79
AÑO 2012	366	1	1	99,78

APROBADO POR:

José Martín Ana H. Sanoja
General de Sptcia. Planif. y Cont. de Operac. (€

Pág.

Elaborado por: José A. Torres - Sptcia. Planificación FECHA DE EMISIÓN : 15/05/2012

PRODUCCIÓN

PLANTA

MES	Nº DIAS	PARAMETROS DE PRODUCCIÓN		
		CELDAS		PUREZA METAL (% Al)
		DESINC. (n/mes)	INCorp. (n/mes)	
ENERO	31	8	9	99,52
FEBRERO	29	18	0	99,43
MARZO	31	57	0	99,47
ABRIL	30	237	1	98,06
MAYO	31	11	8	99,16
JUNIO	30	10	15	99,79
JULIO	31	11	20	99,79
AGOSTO	31	10	20	99,79
SEPTIEMBRE	30	11	20	99,79
OCTUBRE	31	10	20	99,79
NOVIEMBRE	30	11	20	99,79
DICIEMBRE	31	10	20	99,79
AÑO 2012	366	404	153	99,51



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



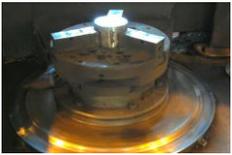
ANEXO 12

Componente de la Máquina Friction Welder

Componentes de la Máquina Friction Welder

Componente	Aspectos	Imagen
Motor Eléctrico (Principal)	250 Kw, 480 Volt, fases, 400 Amp Velocidad 1780 RPM Marca: Siemens	
Acople (Motor-Reductor)	Acople de engranaje Alineación paralela Permisible de 0.125 (0.005 pulg) separadas En puntos a 90°	
Embrague	Presión de entrada 80 psi, Compresor 100 bar Modelo SV 218 DB Marca: Wichita	
Caja Reductora	Unidad de engranaje cónico en espiral Relación 2/1 Marca: David Brown	
Transmisión de Velocidad	Rueda sencilla Helicoidal, piñón sencillo Helicoidal Marca: David Brown	
Husillo	Eje principal hueco, de diámetros varios, montados sobre ruedas dentadas y rodamientos. Marca: Verson A.I.	
Cilindro Hidráulico Rotativo	Eje con movimiento a garras de mandril. Presión entre 47 – 69 bar Marca: PrattBornerd	
Acople Hidráulico	Acople de manguito Brecha 3.17 mm (0.125 pulg) a puntos de un cuarto a 90° Marca: Deublin	

Continuación: Componentes de la Máquina Friction Welder

Componente	Aspectos	Imagen
Mandril	Compuesto por plato superior, inferior, tornillo regulador de garras, porta garras y garras. Marca: PrattBounerd	
Mordaza	Compuesto por cilindros hidráulicos horizontal. Presión de 198 <i>bar</i> . Marca: Sacol	
Unidad de Elevación	Compuesto por cuatro cilindros hidráulico, en forma vertical. Presión de 43 <i>bar</i> Marca: Sacol	
Localizadores	Compuestos por tres cilindros hidráulicos, en forma horizontal. Presión de 69 <i>bar</i> Marca: Sacol	
Sistema de Freno	Compuesto por un sistema con dos (2) pares de pastillas, montadas sobre el plato principal del mandril. Presión de 69 <i>bar</i> Marca: PrattBornerd	
Cilindros de Potencia	Compuesto por dos (2) cilindros hidráulicos verticales. Posee una velocidad rápida de acercamiento, una de pre-calentamiento y una tercera lenta de forja. Presión de 207 <i>bar</i> Marca: Sacol	



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



ANEXO 13

Frecuencia de falla de la Máquina *Friction Welder* 2005 - 2009

Subsistema Cabezal Móvil

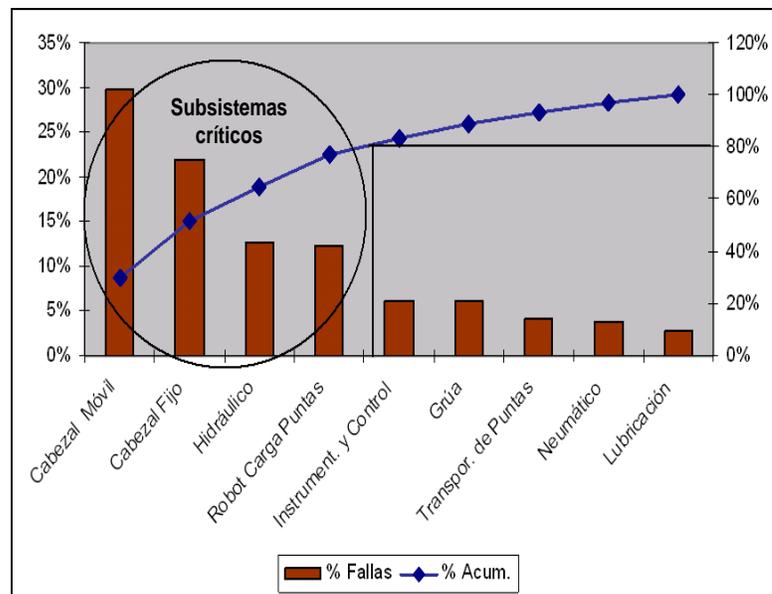
Año	Frecuencia	TPFS (Hr/falla)	Costos Mantto Bs.	TPEF (Hr/falla)	TPO (Hr/falla)
2005	8	7,5	346.961,49	986,74	979,24
2006	16	18,68	686.473,29	472,56	453,88
2007	17	74,73	463.180,48	551,87	477,13
2008	19	74,76	199.969,27	414,24	339,48
2009	17	19,67	6.509,57	493,33	474,39
Total	77				
	Promedio (fallas/año)	Promedio/año	Promedio/año	Promedio/año	Promedio/año
	15	43,95	331.732,62	534,22	490,1

Subsistema Cabezal Fijo

Año	Frecuencia	TPFS (Hr/falla)	Costos Mantto Bs.	TPEF (Hr/falla)	TPO (Hr/falla)
2005	3	3,04	110.337,26	1345,33	1342,28
2006	7	4,72	501.533,00	1165,67	1160,94
2007	18	47,39	257.761,13	521,08	473,7
2008	14	57,42	109.142,94	642,43	585,01
2009	15	30,18	25.144,91	482,46	450,52
Total	57				
	Promedio (fallas/año)	Promedio/año	Promedio/año	Promedio/año	Promedio/año
	11	37,75	182.221,36	666,49	628,17

Frecuencia de Fallas de la Máquina Friction Welder 2005-2009

Subsistema	Frecuencia de Fallas	% de Ocurrencia	% acumulado
Cabezal Móvil	77	30	30
Cabeza Fijo	57	22	52
Hidráulico	33	13	64
Robot Carga Puntas	32	12	77
Instrumentación y Control	16	6	83
Grúa	16	6	89
Transportador de Puntas	11	4	93
Neumático	10	4	97
Lubricación	7	3	100
Total	259	100	





U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



ANEXO 14

Presupuesto de Partes y Repuesto Requeridos en un Futuro Inmediato por la
Máquina Friction Welder.



10/11/13

Imprimir mensaje - Outlook

RV: maquina friccion welder de cvg venalum

De: **Nelson Marfisi** (nelson.marfisi@venalum.com.ve) Has movido este mensaje a su ubicación actual

Enviado: **jueves, 07 de noviembre de 2013 10:39:14 a.m**

Para: **vasm0506@hotmail.com**

2 archivos adjuntos

PastedGraphic-6.pdf(22,8 kB) , ATT5224843.htm(10,1 kB)

-----Mensaje original-----

De: Alirio Gonzalez

Enviado el: **Lunes, 21 de Octubre de 2013 06:40 p.m.**

Para: Nelson Marfisi

CC: Miguel Gil; Alfredo Cardenas; Hernan Ancheta

Asunto: RV: maquina friccion welder de cvg venalum

BUEN DÍA ESTOS SON LOS PRECIOS DE LOS POSIBLES REPUESTOS Y PARTES QUE EN EL FUTURO INMEDIATO PODEMOS REQUERIR PARA LA MAQUINA FRICCIÓN WELDER TODO ESTO POR LO QUE SE AVECINA CON RESPECTO A LA INCORPORACIÓN DE CELDAS, REVISEN UN POCO Y CUALQUIER COSA NOS COMUNICAMOS.

ALIRIO GONZALEZ

04149973937

EXT.4216

-----Mensaje original-----

De: **luis paredes** [mailto:luis.paredes@ml-supply.com]

Enviado el: **dom 20/10/2013 22:13**

Para: Alirio Gonzalez

CC: henri.castro@venalum.com.ve

Asunto: Re: maquina friccion welder de cvg venalum

Estimado Alirio,

Como te comente telefónicamente, AI Welders esta en proceso de cierre, asi que la orden por las piezas requeridas debe realizarse a la brevedad posible.

Debajo te envio el presupuesto de los repuestos que necesitas:

Main Hoist Bogie , comprising, trolley on 4 wheels, incorporating traverse ,hoist with lift and rotate functions (Polipasto Principal comprendido de un trolley de 4 ruedas)



10/11/13

Imprimir mensaje - Outlook

Ex works £ 56,000

Stub Feeder Arm /Pin Feeder (Brazo Alimentador de Puntas)
Ex Works £ 47,000

Hydraulic Power Pack Complete all valves ,and hoses (Paquete Hidraulico,
conformado por todas las valvulas y mangueras)
Budget Price £ 72,500

Brake Disc including calliper, as per photograph (Disco de Freno
incluyendo la pinza)
Budget Price £ 9800

Payment terms 50 % Advance Payment, Final Payment on collection by
contractor (Pago 50% por adelantado y el resto cuando la mercancia este
lista para despachar)

Order to be placed within 4 weeks. (La orden debe ser colocada en 4
semanas)

Por otro lado, existe la alternativa de que Venalum compre todos los
planos de fabricación de la maquina, así de esta forma no dependerá del
fabricante original, el precio

por todos los planos y lista de materiales es de £ 28,000. Un precio
bastante razonable, que les permitira el futuro seguro de la maquina, la
cual le costaria al menos
2 Millones de dolares para reemplazarla.

Luis Paredes
Managing Director
2020 NW 129 Ave. Suite 205
Miami - FL. 33182, USA
luis.paredes@ml-supply.com
Tel: +1 (786) 594-4879
Fax: +1 (305) 393-8421

>
> > On Sep 27, 2013, at 8:58 AM, "Alirio Gonzalez"
<alirio.gonzalez@venalum.com.ve> wrote:
> >
> > BUEN DIA ME COMENTO MIGUEL GIL QUE ESTA PROCESANDO TU ENTRADA A
> PLANTA
> >
> >
> > De: luis paredes [mailto:ventasmlsupply@gmail.com]
> > Enviado el: vie 27/09/2013 8:15



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre"



ANEXO 15

Tasa Cambiaria Tercer Trimestre año 2013 Banco Central de Venezuela



BANCO CENTRAL DE VENEZUELA

#####

TIPOS DE CAMBIO DE REFERENCIA

Fecha Operación : 30/09/2013

Fecha Valor : 02/10/2013

Moneda/País	(*) Cotización Reuters DIV/US\$		Bs./DIV	
	Compra (BID)	Venta (ASK)	Compra (BID)	Venta (ASK)
USD E.U.A.	1,00000000	1,00000000	6,28420000	6,30000000
ARS Argentina	5,78980000	5,79180000	1,08501675	1,08812049
BRL Brasil	2,21560000	2,21630000	2,83544646	2,84347355
BOB Bolivia	6,86000000	6,96000000	0,90290230	0,91836735
CAD Canadá	1,03000000	1,03030000	6,09938853	6,11650485
COP Colombia	1.906,00000000	1.917,60000000	0,00327712	0,00330535
CLP Chile	504,50000000	505,00000000	0,01244396	0,01248761
MXP México	13,08000000	13,09400000	0,47992974	0,48165138
PEN Perú	2,78250000	2,78750000	2,25442152	2,26415094
DOP República Dominicana	42,35000000	42,60000000	0,14751643	0,14876033
TTD Trinidad y Tobago	6,39000000	6,45000000	0,97429457	0,98591549
UYU Uruguay	21,80000000	22,05000000	0,28499773	0,28899083
ANG Curazao	1,75000000	1,75000000	3,59097143	3,60000000
CZK Republica Checa	18,96700000	19,01100000	0,33055599	0,33215585
DKK Dinamarca	5,51320000	5,51380000	1,13972215	1,14271204
NOK Noruega	6,01170000	6,01560000	1,04465058	1,04795648
GBP Reino Unido	1,61860000	1,61920000	10,17160612	10,20096000
SEK Suecia	6,42400000	6,43010000	0,97730984	0,98069738
CHF Suiza	0,90440000	0,90450000	6,94770591	6,96594427
KRW Corea del Sur	1.073,58000000	1.075,48000000	0,00584316	0,00586822
CNY China	6,12000000	6,12300000	1,02632696	1,02941176
TWD Taiwan	29,55800000	29,56400000	0,21256258	0,21314027
ILS Israel	3,51880000	3,52880000	1,78083201	1,79038309
JPY Japon	98,29000000	98,30000000	0,06392879	0,06409604
HKD Hong Kong	7,75570000	7,75620000	0,81021634	0,81230579
CNH Hong Kong	6,11470000	6,11850000	1,02708180	1,03030402
JOD Jordania	0,70700000	0,70900000	8,86346968	8,91089109
AUD Australia	0,93200000	0,93300000	5,85687440	5,87790000
DEG D.E.G.	1,53408000	-----	9,64046554	-----
EUR Zona Euro	1,35260000	1,35310000	8,50000892	8,52453000

(*) Las cotizaciones GBP, AUD, DEG y EUR están expresadas en términos de dólar de los EEUU por divisa.

Fuente: Reuters, a excepción del DEG cuya única cotización se toma directamente de la página WEB del FMI (www.imf.org).

Nota:

Tipo de Cambio Bs./US\$ de conformidad con el Convenio Cambiario N° 14, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 40.108, de fecha 08 de Febrero de 2013.



U
N
E
X
P
O

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"



ANEXO 16

Histórico desde el año 2007 de Reparación de Puntas a Través de la Contratación del Servicio Foráneo.



Año	Nº PEDIDO	Cant. Puntas	Costo Unitario	Costo Total	Total Puntas/Año	Costo Total/Año
2007	4500121926	252	152,00	38.304,00		
	4500123305	327	152,00	49.704,00		
	4500125614	242	152,00	36.784,00		
	4500126650	242	152,00	36.784,00	11463	Bs. 1.820.376,00
	4500126659	2600	152,00	395.200,00		
	4500131088	5200	154,50	803.400,00		
	4500138293	2600	177,00	460.200,00		
2008	4500138921	1300	177,00	230.100,00		
	4500144130	2141	195,00	417.495,00	5261	Bs. 1.202.695,00
	4500150795	1820	305,00	555.100,00		
2009	4500155139	1820	340,00	618.800,00		
	4500158395				1820	Bs. 618.800,00
2010	4500162121	3000	335,00	942.000,00	3000	Bs. 942.000,00
2012	4500181251	1500	250,00	375.000,00		
	4500185458	1400	254,00	355.600,00	2900	Bs. 730.600,00
TOTAL		24444				Bs. 5.314.471,00

