



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**

**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICERECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE  
ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG  
VENALUM.**

**TUTOR ACADÉMICO:**

MSC. ING. IVÁN TURMERO

**TUTOR INDUSTRIAL:**

ING. ÁNGEL CONTRERAS

**AUTORA:**

RAIANA D. VIZCAÍNO C.

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2015

**DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE  
ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG  
VENALUM.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE**  
**ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG**  
**VENALUM.**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de  
Ingeniería Industrial como requisito parcial para la aprobación de la  
Práctica Profesional

Vizcaíno Cedeño Raiana de los Ángeles  
C.I.V: 20.975.304

---

**Tutor Industrial**

**Ing. Ángel Contreras**

---

**Tutor Académico**

**MSc. Ing. Iván Turmero**

CIUDAD GUAYANA, FEBRERO DE 2015.

Br. VIZCAINO CEDEÑO RAIANA DE LOS ANGELES

**“DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE  
ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS CVG VENALUM.”**

90 Pág.

Informe de Práctica Profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica - Antonio José de  
Sucre

Vice Rectorado Puerto Ordaz – Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero.

Tutor Industrial: Ing. Ángel Contreras.

Ciudad Guayana, Febrero 2015

Capítulos: I.- El Problema, II.- Marco de Referencia, III.- Diseño  
Metodológico, IV.- Situación Actual, V.- Análisis y Resultados,  
Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Anexos, Apéndices.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**

**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

## **ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, los tutores académico e industrial, para examinar el trabajo de la Práctica Profesional presentado por la **Br. RAIANA DE LOS ANGELES VIZCAÍNO CEDEÑO**, portador de la cédula de identidad **N° 20.975.304**, titulado **“DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG VENALUM”**, como requisito para la aprobación de la Práctica Profesional, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, a los 02 días del mes de Febrero del año 2015

---

**Ing. Ángel Contreras**  
**Tutor Industrial**

---

**MSc. Ing. Iván Turmero**  
**Tutor Académico**

## DEDICATORIA

A la persona que me ha guiado en todo momento de mi vida, mi mamá Ana Luisa Cedeño Lezama, eres la persona más importante en mi vida, todo lo que soy es gracias ti. Tú tiempo y dedicación han sido fundamentales para lograr todas mis metas. Te amo mucho.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por estar conmigo en cada día y camino de mi vida, por bendecirme, darme salud y brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para poder desarrollar mi práctica profesional.

A mi familia Vizcaíno Cedeño, en especial a mi Mamá Ana Luisa Cedeño, mi Papá Raimundo Vizcaíno y mi Hermana Raidelys Vizcaíno, por ser parte de mi desarrollo como persona, por brindarme su amor y compañía. Gracias por todo el cariño y comprensión.

A mis amigas de estudio y de la vida, Yexireth Olivier y Daviannys Yslanda, su amistad es única, son muy especiales para mí, las quiero con mi corazón nenitas.

A mi novio, Pedro José Alvarado, quién en todo momento ha apoyado mis decisiones y ha estado conmigo en esta etapa tan importante. Gracias por tu amor, compañía, paciencia y por llenar de amor mi corazón, Te amo mucho.

Al Ing. Iván Turmero, al Ing. Ángel Contreras, al Sr Freddy García y el Sr Ricardo Carrasquero, quienes en todo momento me brindaron su apoyo y ayuda en la ejecución de mi Trabajo de Pasantía.

A mis amigos pasante de CVG VENALUM, por su compañía y colaboración a lo largo de mi pasantía.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**

**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**

**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**“DIAGNÓSTICO OPERATIVO AL ÁREA ENVARILLADO DE  
ÁNODOS Y VARILLAS Y REFRACTARIOS DE CVG  
VENALUM.”**

**Autor:** Vizcaino Cedeño, Raiana de los Ángeles

**Tutor Académico:** MSc Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. Ángel Contreras

**Fecha:** Febrero 2015

**RESUMEN**

En el siguiente trabajo se realizó un Diagnóstico Operativo en los Departamentos de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios de CVG VENALUM. Consistió en realizar un análisis de las variables más relevantes que afectan estos departamentos, las cuales están generando: Disminución de su productividad, paradas en las plantas, ausentismo del personal, fallas en los equipos productivos, fallas en el sistema aéreo de producción del área de Envarillado y todas aquellas causas que conlleven inconvenientes para la normal ejecución de las actividades operativas de estas áreas. Para ello, se realizó un análisis general a las estaciones de trabajo, a sus equipos principales del proceso productivo y a los registros existentes en los departamentos. Se aplicó para el desarrollo de la investigación las metodologías de tipo explicativa, evaluativa de campo. Los resultados obtenidos, reflejan que la principal causa que genera la poca producción en Envarillado y Varillas y Refractarios, es el mal estado de sus equipos. Fue necesaria la realización de este estudio, para poder determinar las causas que más afectan estas zonas y brindar soluciones para su pronta mejora. Ambas plantas son de gran importancia para CVG VENALUM y el buen funcionamiento de cada una garantiza una empresa exitosa, con productos bien elaborados.

Palabras claves: **Diagnóstico operativo, productividad, actividades operativas, equipos.**



## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>IINTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>4</b>
<b>EL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo General.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos.....	8
1.3 Alcance .....	8
1.4 Delimitación .....	8
1.5 Justificación .....	9
1.6 Limitación .....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Generalidades de la Empresa.....	10
2.2 Reseña Histórica .....	10
2.3 CVG Venalum en la actualidad .....	13
2.4 Ubicación Geográfica.....	14
2.5 Proceso Productivo de CVG VENALUM .....	14
2.6 Productos Elaborados .....	15
2.7 Filosofía de Gestión .....	15
2.8 Estructura Organizativa: .....	17
2.9 Departamento de Envarillado de Ánodo.....	20
2.9.1 Descripción del proceso productivo del envarillado de ánodo .....	20
2.10 Departamento de Varillas y Refractarios .....	22
2.10.1 Descripción del proceso de Acondicionamiento de las Varillas .....	23
2.11 Bases Teóricas .....	24
2.12 Glosario de Términos.....	25

<b>CAPITULO III.....</b>	<b>27</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>27</b>
3.1 Tipo de Investigación.....	27
3.2 Diseño de la Investigación.....	27
3.3 Población y Muestra.....	27
3.3.1 Población.....	27
3.3.2 Muestra.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.5 Materiales y Equipos.....	28
3.5.1 Recursos físicos .....	28
3.5.2 Equipos de protección personal .....	28
3.5.3 Recursos humanos .....	29
3.6 Procedimiento Metodológico .....	29
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>31</b>
<b>SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>31</b>
4.1 Caracterización del proceso.....	31
4.2 Equipos.....	31
4.2.1 Situación actual de los equipos.....	31
4.2.2 Disponibilidad de los Equipos .....	34
4.3 Recurso Humano.....	34
4.3.1 Fuerza laboral aprobada (F.LA) y Registro de Asignación de posiciones (R.A.P) .....	34
4.3.2 Diferencia entre la F.L.A y el R.A.P .....	35
4.3.3 Inasistencias del Personal .....	36
4.4 Producción de los Departamentos.....	36
4.4.1 Producción del Departamento Envarillado de Ánodos .....	36
4.4.2 Producción y Rechazo de Ánodos Envarillados .....	37
4.4.3 Producción del taller de Varillas .....	38
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>40</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
5.1 Capacidad de Producción.....	40
5.2 Mantenimiento Preventivo de los Equipos .....	41
5.3 Ausentismo del Personal.....	44
5.4 Falta de Insumos y Repuestos .....	45

<b>5.5 Causas y Efectos de la Disminución de Producción en las Salas de Envarillado de Ánodos .....</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operatividad de los equipos del área de Envarillado de Ánodo y Varillas y Refractarios.....	32
Tabla 2 Producción Real y Meta del Dpto. Envarillado de Ánodos durante el 2014.....	37
Tabla 3 Producción y Rechazo de Ánodos Envarillados para el año 2014.....	38
Tabla 4 Producción real y Meta del Departamento de Varillas durante el 2014.....	39
Tabla 5 Capacidad de producción del Departamento de Envarillado para 905 Celdas vs 203 Celdas.....	40
Tabla 6 Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo a los Equipos de Envarillado.....	42
Tabla 7 Uso diario de materia prima en Envarillado de Ánodos para el año 2014.....	46
Tabla 8 Ponderación de causas raíces.....	50
Tabla 9 Orden de causas.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Empresa.....	14
Figura 2 Organigrama General de la Empresa CVG VENALUM.....	18
Figura 3 Organigrama de la Gerencia de Ingeniería Industrial.....	18

Figura 4 Estructura Organizativa de la Gerencia de Carbón.....	19
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de las causas de inasistencias.....	44
--	----

## II INTRODUCCIÓN

La industria CVG VENALUM, ubicada en la zona industrial Matanzas en Ciudad Guayana, es una empresa productora de aluminio primario, cuyo objetivo principal es producir y comercializar aluminio de forma productiva, rentable y sustentable para generar bienestar y compromiso social en las comunidades. CVG VENALUM cuenta con una capacidad instalada de 905 celdas de reducción electrolíticas, las cuales son capaces de producir 430.000 toneladas de aluminio al año, aproximadamente. Sin embargo, actualmente la empresa se encuentra a menos del 30% de su capacidad.

En las celdas del área de Reducción, es donde se lleva a cabo el proceso de separación del oxígeno a la alúmina, mediante una reacción química, para dar como resultado al aluminio líquido, el cual estando inmerso en un baño electrolítico bajo los efectos de una corriente eléctrica directa suministrada por una fuente externa, la cual circula desde un ánodo (polo positivo) hacia un cátodo (polo negativo). El Oxígeno se combina con el Carbono contenido en el ánodo y forma gas carbónico este se libera, mientras que el aluminio se precipita y se deposita en el cátodo en estado líquido.

Para que este proceso productivo se lleve a cabo, es necesaria la presencia de un ánodo y un cátodo. El ánodo envarillado que será utilizado en la reducción electrolítica, es producido en la planta de Carbón de CVG VENALUM en el área Envarillado de Ánodos, dicha área la integran dos líneas de producción (Línea I y Línea II) pasando por varios procesos: Descarga y Carga de Cabos y Ánodos Envarillados, respectivamente, la Rompedora de Cabo, Rompe Colada, Selección Visual de Varillas, Incorporación y Desincorporación de Varillas, Estación Grafitadora, Estación Cámara de Secado, las Mesas de Colada, Hornos de Inducción, Estación de Limpieza de Ánodos y finalmente la Estación

del Rociado, donde luego son enviados a las celdas del área de Reducción Electrolítica.

El área de Varillas y Refractarios cumple con la función de reparar las varillas desincorporadas en el proceso de Envarillado y las dañadas durante el proceso de reducción Electrolítica. Esta planta suministra las varillas reparadas y en buen estado al área de Envarillado de Ánodos, para llevar a cabo el proceso de envarillado.

En toda empresa es necesario y significativo realizar diagnósticos en sus operaciones, para poder detectar, estudiar y analizar las situaciones o problemáticas existentes, con la finalidad de que conlleve a un plan de acción que permita brindar soluciones a los problemas diagnosticados en el proceso productivo.

Es conveniente evaluar los procesos productivos que se llevan a cabo dentro de la empresa CVG VENALUM y es precisamente lo que se quiere con este trabajo: Realizar un diagnóstico operativo a las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, que permita implementar mejoras y aumentar los índices de productividad y calidad. Dicho diagnóstico presenta los resultados de las problemáticas actuales existentes en el proceso productivo de envarillado de ánodos y el rechazo de ánodos envarillados en las celdas de reducción, debido a que algunos no cumplen con los requisitos establecidos por los complejos de celdas de Reducción Electrolítica.

El trabajo está dividido en 5 capítulos, los cuales están comprendidos de la siguiente manera:

Capítulo I: Se expone la situación actual que conlleva al diagnóstico operativo de las áreas de Envarillado de ánodos y Varillas y Refractarios, los objetivos que se desean alcanzar, el alcance del proyecto, delimitación, justificación y limitaciones del informe.

Capítulo II: Se detalla aspectos referidos al marco histórico, descripción y marco organizacional de la empresa, descripción del proceso, del área de pasantía y se exponen las bases teóricas necesarias para la consecución de los objetivos del estudio.

Capítulo III: Se presenta el diseño metodológico seguido para la realización del informe.

Capítulo IV: Se describe la situación actual presentada en las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios.

Capítulo V: Se exponen y analizan los resultados obtenidos del diagnóstico operativo a las áreas de estudio, donde se determinó las principales fallas e inconvenientes presentados en el proceso productivo.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, apéndices y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

La empresa Venezolana CVG Venalum es una industria adscrita a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y al Ministerio del Poder Popular de Industrias. Está ubicada en Ciudad Guayana, en el Sector Industrial Matanzas. Es la empresa productora de aluminio primario más importante que posee Venezuela y es una de las industrias que genera mayores riquezas y bienestar en la región y al país. Esta se encarga de producir, transformar, transportar y comercializar lingotes y cilindros de aluminio.

Dentro de su estructura Organizacional CVG VENALUM cuenta con los Departamentos Envarillado de Ánodos, adscrito a la Superintendencia de Envarillado y el Departamento de Varillas y Refractarios, adscrito a la Superintendencia Servicios a Carbón.

El Departamento Envarillado de Ánodos, tiene como función principal; asegurar la producción de ánodos envarillados. Para ello el departamento trabaja conjuntamente con el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico, de donde provienen los cabos limpios. Así mismo el Departamento Envarillado de Ánodos, trabaja de la mano con el Departamento Hornos de Cocción, el cual se encarga de suministrar los ánodos cocidos, los cuales serán utilizados en el proceso de envarillado y a su vez con el Departamento de Varillas y Refractarios, el cual tiene como finalidad acondicionar y reparar las varillas que han sido desincorporadas en el proceso de Envarillado de Ánodos y las



provenientes de las Celdas de Reducción, para ser incorporadas nuevamente en el proceso productivo. (Ver anexo 1)

El proceso se lleva a cabo mediante un sistema de Cadenas Aéreas y consiste primeramente en la Descarga del Cabo limpio y Carga de Ánodos Envarillados, pasando luego por la Máquina Rompedora de Cabo, la Rompe Colada, posteriormente se hará la Selección Visual de Varillas, la Incorporación y Desincorporación de Varillas, seguidamente la Estación Grafitadora, Estación Calentador de Yugo, las Mesas de Colada, Hornos de Inducción, Estación de Limpieza de Ánodos y finalmente la Estación del Rociado. (Ver Anexo 2)

El área de Envarillado está constituida por dos Líneas de Producción, (Línea I y Línea II), la Línea I, actualmente está descontinuada, debido a que no se invierte económicamente en la recuperación de esta Línea, su producción es poca, por lo general se usa en casos de emergencia o cuando Línea II está parada. La Línea de producción II, consta de tres cadenas (Cadena R1: Transporta ánodos envarillados, Cadena R2: transporta las varillas y la Cadena R3: carga de ánodos envarillados y descarga de cabos), estas cadenas a su vez están conformadas por estaciones.

Envarillado de Ánodo, está diseñado para producir alrededor de 300 ánodos ensamblados, en función de los programas de producción establecidos y requeridos por el proceso electrolítico de celdas, anteriormente se llegaba a producir hasta 500 ánodos envarillados, sin embargo actualmente, se produce solamente como máximo de 70 a 100 ánodos envarillados por turno (Línea II), esto debido a que en las dos líneas de producción la mayoría de sus equipos ya cumplieron su vida útil y otros no están en funcionamiento por falta de repuestos, generando como consecuencia poca producción de Ánodos Envarillados, demoras en el proceso y paradas en su línea productiva.

Las cadenas aéreas, permiten el funcionamiento del sistema productivo, anteriormente estas eran cambiadas cada 5 años, hoy en día estas cadenas han superado su vida útil y aún siguen en funcionamiento, con fallas, generando paradas en el proceso, a causa del deterioro en el mecanismo, se rompen o descarrilan, debido al desgaste por fricción y falta de mantenimiento. Además hay una ausencia de Crisoles óptimos en el área, lo que retrasa la carga y descarga a tiempo del aluminio proveniente de Colada, para la estación de rociado, también se ha venido presentando problemas con el personal de turno, debido al aumento del ausentismo en el área de trabajo.

Otra razón por la que el proceso de producción se paraliza o se torna lento, es que la mayoría de los mantenimientos realizados no son preventivos, sino correctivos, lo que ocasiona que al momento de reparar fallas en algún equipo o sistema aéreo, el tiempo de espera para el arranque de la producción sea mayor, además genera una mayor inversión para la empresa.

El Departamento Varillas y Refractarios, diseñado para reparar las puntas de las varillas, recuperar el bimetálico dañado, las varillas erosionadas y enderezar las varillas dobladas, presenta demoras en el proceso de recuperación de varillas, como consecuencia de no contar con suficientes equipos móviles, falta de personal y poca inversión para el reparo de los equipos y compra de repuestos.

Por esta razón se realizará un diagnóstico operativo, que permita detectar y estudiar las fallas en el proceso de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, logrando de esta manera ofrecer soluciones a los problemas diagnosticados.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar un Diagnóstico Operativo al Área Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios de CVG Venalum.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar las fallas existentes en los equipos, del área Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios.
2. Analizar los problemas existentes en el sistema aéreo del área Envarillado de ánodo.
3. Definir las causas y efectos de los principales problemas existentes en las áreas Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios.
4. Determinar la operatividad/disponibilidad de los equipos utilizados en las áreas para nuestro estudio.
5. Elaborar un plan de acción de medidas correctivas.

## **1.3 Alcance**

La realización del Diagnóstico Operativo en las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios de CVG Venalum, tiene como propósito determinar los problemas existentes en estas áreas, con el fin de brindar soluciones que mejoren el proceso productivo, disminuir las fallas e interrupciones que se presentan en las actividades de cada proceso.

## **1.4 Delimitación**

El presente proyecto se llevó a cabo en la Gerencia de Carbón, específicamente en los Departamentos Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios. Describiendo claramente los problemas actuales existentes en estas áreas, brindando soluciones para mejorar la producción y

disminuir las demoras en el proceso productivo. El estudio del diagnóstico se desarrolló en el turno 2 de la empresa (7:00 am hasta las 3:00 pm).

### **1.5 Justificación**

La elaboración de este Diagnóstico Operativo es necesario debido a que permitirá proponer soluciones preventivas y correctivas, que ayudarán a mejorar el proceso productivo de las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, generando como consecuencias una eficiente producción y mejoras para la empresa.

### **1.6 Limitación**

Para el presente estudio las limitaciones que se presentaron fueron las constantes paradas en el proceso de envarillado de ánodos, las cuales dificultaban ver en ejecución el proceso productivo.

## CAPÍTULO II

### MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1 Generalidades de la Empresa

##### La empresa

La empresa CVG Venalum se encarga de producir aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, sodio, litio y magnesio). Este proceso de producción de 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, Sala de Colada, Salas de Reducción e instalaciones auxiliares.

#### 2.2 Reseña Histórica

*En 1969, inicio de negociaciones con inversionistas extranjeros como consecuencia de la divulgación del programa de Guayana en el ámbito internacional.*

*En 1971, La Corporación Venezolana de Guayana recibe de una empresa Japonesa un estudio de factibilidad para instalar una planta reductora de aluminio en lingotes con una capacidad anual de 150.000 toneladas.*

*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, utilizando la*

*tecnología de la empresa japonesa ShowaDenko con una capacidad de 150.000 t/año. El capital social de la compañía era entonces de 34 millones de bolívares, de los cuales 80% fue suscrito por un grupo de seis empresas japonesas asociadas y el 20% restante por la Corporación Venezolana de Guayana.*

*1974, Producto de la negociación, se modifica la relación accionaría, elevando la participación nacional al 80% y reduciendo la de los japoneses a 20%. Se decide la ampliación de capacidad a 280.000 t/año.*

*1976, Se termina el movimiento de tierra y paralelamente comienza la construcción y el montaje de las instalaciones, el diseño e ingeniería de detalles y la elaboración y adjudicación de contratos y órdenes de compra.*

*1977, Se pone en servicio las plantas de tratamiento de aguas servidas, baños y vestuarios. Se pone en servicio la Planta de Cátodos y el Muelle sobre el río Orinoco.*

*1978, 27 de enero comienza la producción de aluminio primario con la puesta en marcha de la primera celda reducción.*

*1978, 10 de junio se inauguran oficialmente las instalaciones de la empresa, entran en servicio los edificios de ingeniería, producción y mantenimiento y el complejo administrativo.*

*1978, 17 de agosto El fondo de inversiones de Venezuela ingresa como accionista.*

*1978, 27 de septiembre firma del primer contrato colectivo de trabajo entre la empresa y sus trabajadores.*

*1978, 27 de octubre la Asamblea Extraordinaria acordó aumentar el capital de la compañía a 200 millones para elevarlo a 750 millones de bolívares.*

*1978, 12 de diciembre por resolución de la Asamblea de Accionistas, el capital fue aumentado nuevamente a 1.000.000.000 bolívares.*

*1978, 20 de diciembre se efectúa el primer despacho de aluminio a Japón; la obra había sido completada en un 82%. Al terminar el año la inversión total del proyecto alcanzó 2.039 millones de bolívares.*

*1979, un ritmo sostenido de producción hizo posible alcanzar la cifra de 112.000 t de aluminio primario, duplicando así en un solo año su producción y dándose a conocer mundialmente como un futuro gran productor de este metal.*

*1980, se alcanza el 92.50% de la capacidad de planta con una producción bruta de 222.069 t.*

*1985, se empieza a construir una complejo de reducción de aluminio que lleva por nombre V línea, el cual estaría formado por 180 celdas electrolíticas de tipo Niágara. La V línea fue terminada de construir en el año 1987 entra en plena operación en 1989, con una capacidad de producción de 1.722 Kg. De aluminio por día, incrementándose la producción en 113.000 t/año, para una capacidad de producción total de más de 400.000 t/año.*

*1990, se inicia el arranque experimentas de las celdas V-350. Con este proyecto de tecnología 100% venezolana comienza una etapa de consolidación tecnológica de la empresa.*

*1993, La industria del aluminio CVG Venalum, se une administrativamente a CVG Bauxilum.*

*1996, por primera vez se logra la total utilización de la capacidad instalada en planta, 430.000 t de aluminio primario, un logro sin precedentes, lo cual coloca a esta empresa como líder en el mercado internacional, como la mayor reductora en el mundo occidental.*

*1998, debido a un siniestro industrial se ponen fuera de servicio 120 celdas reductoras.*

*2002, se logra superar la capacidad instalada de planta. Este año se alcanza un uso efectivo de la capacidad nominal de planta de 101,11%, de igual forma el mismo año se pudo mantener por varios días la totalidad de las celdas en servicio (905). Se logró récord histórico de producción 436.558 toneladas de aluminio, la mayor producción anual alcanzada hasta la fecha.*

*2004, 27 de diciembre, CVG Venalum logró un nuevo récord al superar el registro histórico de toneladas brutas del año 2002. Por tercer año consecutivo se sobrepasó la capacidad instalada de producción de 430.130 toneladas, implantado así un nuevo registro en sus 26 años de operaciones al ubicarse la producción bruta total en 442.074 t.*

*2004, también ese año, en enero CVG Venalum recibe formalmente la certificación ISO 9001-2000 para la línea de producción colada y fabricación de lingotes de aluminio para refusión y cilindros de extrusión. Una vez lograda la certificación la extensión de la misma, la cual fue aprobada en el mes de diciembre a través de una auditoria, culminando exitosamente al no detectarse inconformidades en el sistema, ingresando así como miembro de un selecto grupo de empresas que cuentan con esta importante certificación.*

### **2.3 CVG Venalum en la actualidad**

La planta tiene una capacidad instalada de 430.000 toneladas al año aproximadamente; sin embargo, en los últimos años la capacidad de la misma no se apega a la instalada. El número de celdas electrolíticas encendidas que debería ser de 905, es de 203, lo que significa que la capacidad ha bajado al 30,00%. En promedio, hoyen día la planta puede producir alrededor de 124.000 toneladas al año.

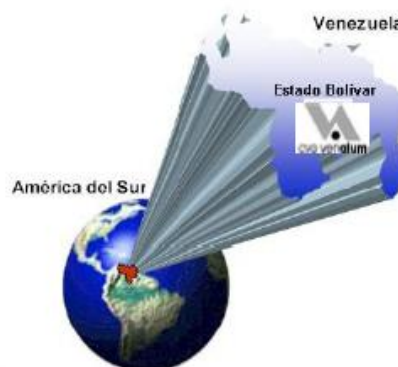


CVG VENALUM, que fue modelo de productividad en años anteriores, no ha logrado recuperarse del recorte energético del 2009 que obligó a apagar cerca de 400 celdas y que llevó la industria a disminuir su productividad, sumado a esto también han disminuido sus ingresos y se han elevado sus costos de producción .

La obtención de aluminio primario de CVG Venalum totalizó 8.271 toneladas en noviembre del 2014, un 20% inferior respecto a la producción de 10.348 toneladas que produjo en noviembre de 2013.

## 2.4 Ubicación Geográfica

CVG Venalum está ubicada en la zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, Edo. Bolívar, urbe creada por decreto presidencial el 2 de Julio de 1961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix. (*Ver figura 1*)



**Figura 1:** Ubicación de la Empresa

**Fuente:** Manual de Inducción de CVG VENALUM

## 2.5 Proceso Productivo de CVG VENALUM

La empresa CVG Venalum se encarga de la producción de 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.

El proceso de Reducción del Aluminio en CVG VENALUM, consiste en separar el Oxígeno de la Alúmina para producir aluminio en estado líquido, estando inmerso en un baño electrolítico bajo los efectos de una

corriente eléctrica directa suministrada por una fuente externa, la cual circula desde un ánodo (polo positivo) hacia un cátodo (polo negativo). El Oxígeno se combina con el Carbono contenido en el ánodo y forma gas carbónico el cual se libera, mientras que el aluminio se precipita y se deposita en el cátodo en estado líquido. Se tiene entonces que mediante un consumo controlado de alúmina, Carbón, corriente y aditivos químicos se obtienen como resultado aluminio en estado líquido. (*Ver Anexo 3*)

Dicho proceso se desarrolla en las Plantas de Carbón, Reducción y Colada, sin embargo, adicionalmente existen instalaciones auxiliares que actúan como mecanismos de alimentación desempeñando un papel fundamental en el funcionamiento de las subestructuras anteriores.

## **2.6 Productos Elaborados**

La empresa CVG VENALUM produce aluminio de acuerdo a las especificaciones de los clientes nacionales e internacionales. La demanda de los productos es conocida, se produce en forma continua y se distribuye los pedidos por lote, el 70 por ciento de la producción es para satisfacer el mercado internacional y el 30 por ciento para consumo nacional. El aluminio producido sale de las formas siguientes:

- Lingotes de 22 kg.
- Lingotes de 10 kg.
- Pailas de 680 kg.
- Cilindros para extrusión.

## **2.7 Filosofía de Gestión**

### Misión

CVG VENALUM tiene por misión producir, vender y comercializar Aluminio y productos del Aluminio, de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad para satisfacer las necesidades de transformación, en función a la capacidad instalada y tipos de productos, con el propósito de impulsar el desarrollo integral de la nación, generando

bienestar en los trabajadores, trabajadoras, proveedores y clientes, avanzando en la cristalización de las bases de la sociedad socialista.

### **Visión**

CVG VENALUM será una entidad de trabajo capaz de garantizar la producción y transformación de aluminio de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad en función a la capacidad instalada, en un ambiente de bienestar y compromiso social para cubrir las necesidades de uso, priorizando la demanda nacional, en base a la integración, fusión y consolidación socialista de toda la cadena productiva del aluminio, con el fin de lograr y mantener el desarrollo integral de la patria, generando la mayor suma de felicidad posible a nuestro pueblo.

### **Objetivos Estratégicos**

- Producir aluminio de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad.
- Vender y comercializar aluminio de manera eficaz, eficiente, sustentable y de calidad.
- Garantizar trabajadores y trabajadoras formadas y motivadas que laboren en condiciones de trabajo segura y saludable.
- Impulsar el desarrollo integral de la nación.
- Garantizar la satisfacción de los clientes, considerando sus requerimientos y expectativas.
- Adecuar la empresa a las regulaciones de Ambiente, Seguridad y Salud Laboral vigentes, para contribuir y mejorar la calidad de vida de los trabajadores y las comunidades de su entorno.
- Diversificar los proveedores y generar relaciones confiables.
- Impulsar la participación activa y plena de trabajadores y trabajadoras.
- Garantizar la recuperación de la capacidad instalada.
- Garantizar los sistemas de gestión a través del mantenimiento y la mejora continua.

## **Principios y Valores**

Honestidad y Probidad, Responsabilidad, Identidad, Trabajo en equipo, Moral y Ética, Equidad, Conciencia Ecológica, Solidaridad, Orden y Limpieza, Tolerancia, Humildad, Eficacia, Efectividad, Eficiencia, Corresponsabilidad, Planificación, Participación, Interés Colectivo, Justicia, Igualdad, Sustentabilidad, Integralidad, Perfectibilidad, Lealtad Institucional.

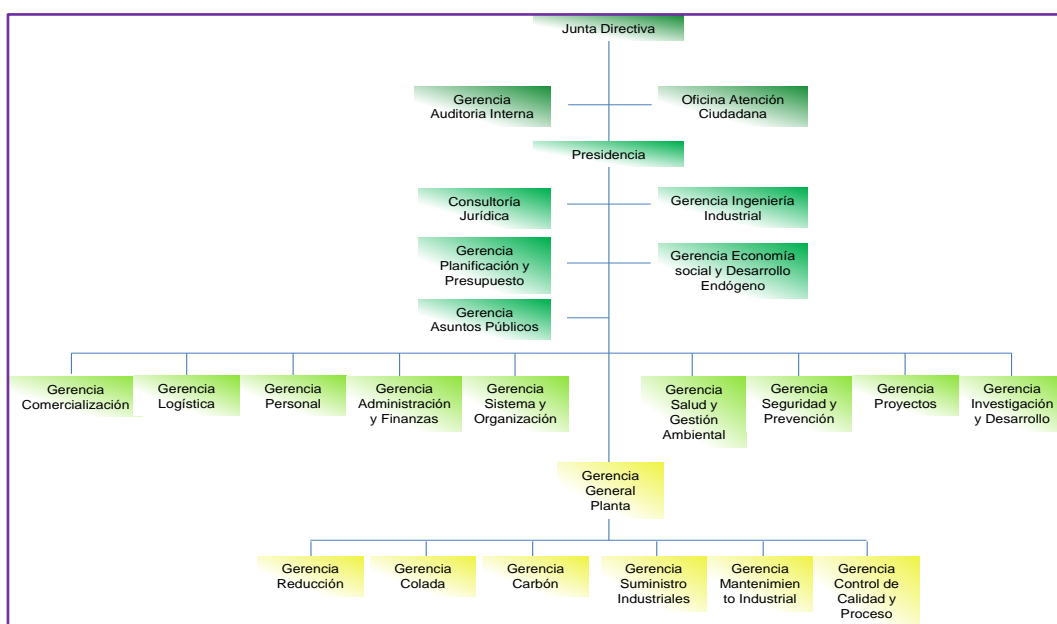
## **Política Integral de los Sistemas de Gestión**

CVG VENALUM, con la participación de sus trabajadores, trabajadoras y proveedores, produce, vende, y comercializa aluminio, mejora continuamente los sistemas de gestión, comprometiéndose a:

1. Garantizar los requerimientos del cliente.
2. Prevenir la contaminación ambiental.
3. Cumplir la legislación vigente y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia de Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Laboral

## **2.8 Estructura Organizativa:**

CVG VENALUM, se encuentra estructurada por diferentes niveles y cada uno ejecuta una función determinada. La organización se encuentra fraccionada en gerencias, ya sean del área administrativa como también del área operativa. (*Ver figura 2*)

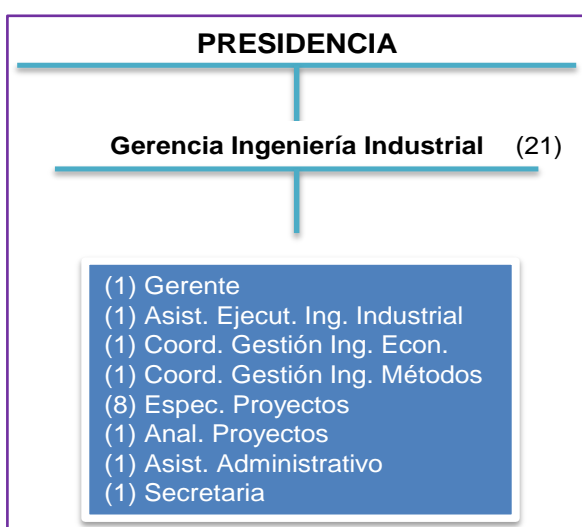


**Figura 2:** Organigrama General de la Empresa CVG VENALUM

Fuente: Intranet de CVG VENALUM

### Gerencia de Ingeniería Industrial

Es una unidad staff adscrita a la Presidencia (Ver figura 3). 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.

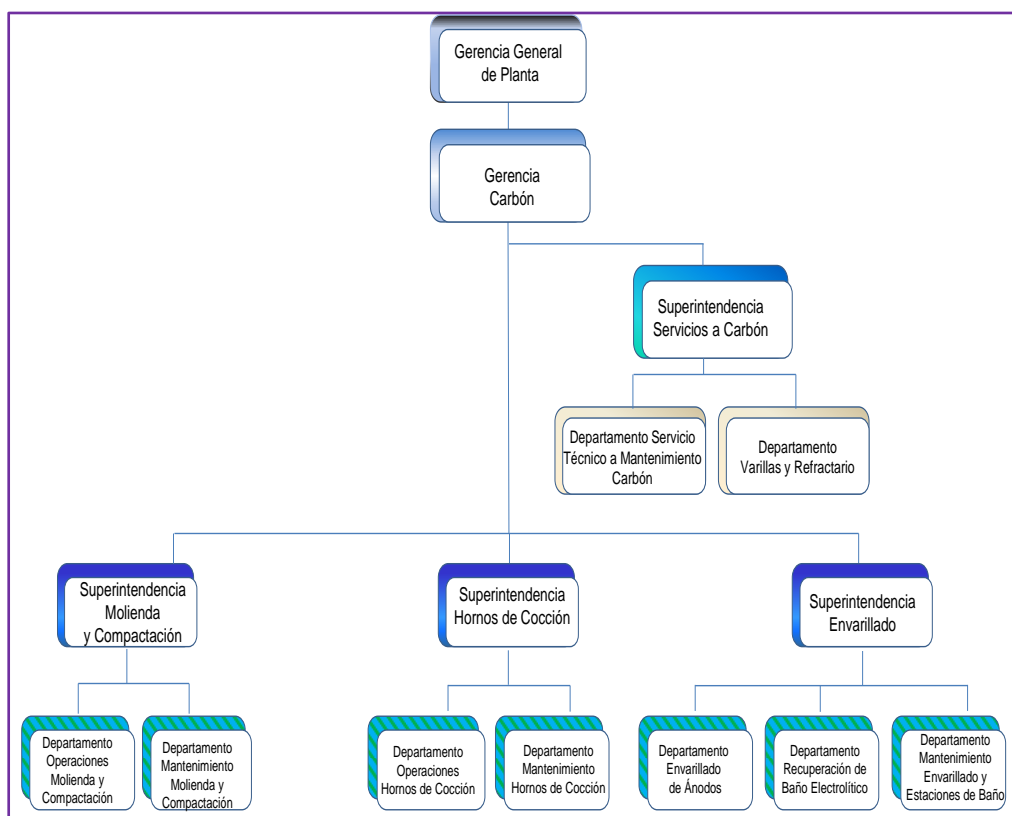


**Figura 3:** Organigrama de la Gerencia de Ingeniería Industrial

Fuente: Intranet de CVG VENALUM

## Gerencia de Carbón

Es una unidad de línea funcional adscrita a la Gerencia General de Planta. (Ver figura 4) Tiene como misión garantizar la producción ánodos cocidos, ánodos envarillados y suministro de baño electrolítico, en condiciones de calidad, cantidad y oportunidad requerida en el proceso de reducción del aluminio. Esta gerencia está dividida en cuatro superintendencias: Molienda y compactación, Hornos de Cocción, Envarillado de Ánodos y Servicios a Carbón.



**Figura 4: Estructura Organizativa de la Gerencia de Carbón**

**Fuente:** Intranet de CVG VENALUM

## **2.9 Departamento de Envarillado de Ánodo.**

El área de Envarillado tiene un ancho de 4m metros por 150 metros de largo y está dividida en dos naves longitudinales de 20 metros. Un área continua de 5x21 metros, está unida al lateral norte de la estructura del edificio a fin de permitir la circulación de vagones cargando y descargando ánodos. Tiene como función principal producir ánodos envarillados (*Ver anexo 4*) en función del programa de producción establecido y en condiciones de calidad, cantidad y oportunidad requerido para el proceso electrolítico de celdas. La producción puede ser de, Ánodos Negros Envarillados (*Ver anexo 5*) o Ánodos Rociados Envarillados (*Ver anexo 6*).

### **2.9.1 Descripción del proceso productivo del envarillado de ánodo**

En el área de Envarillado de CVG VENALUM, se lleva a cabo una serie de procesos y actividades, para dar como resultado, los ánodos envarillados, que serán utilizados en las celdas de reducción del aluminio. A continuación se presentan estos procesos:

- Estación de carga y descarga: Un operario mediante un tractor, remolca un tren con tres carretas, cada carreta tiene 3 vagones, hasta la estación de carga y descarga, en esta estación se procede a descargar los cabos limpios, provenientes de la recuperación del baño electrolítico y simultáneamente, mediante los carros porta varilla se hace la carga del ánodo envarillado, dando un total de 2 ánodos envarillados por vagón, haciendo un total de 12 ánodos envarillados por viaje.
- Rompedora de Cabo: Al culminar la descarga de cabos limpios, estos entran mediante los carros porta varilla, al sistema aéreo productivo, hacia la Rompedora de Cabo. En este equipo los cabos se desprenden de sus respectivas varillas. Los cabos desprendidos

por la rompedora, son llevados al Departamento de Molienda y Compactación, mediante el Sistema C. (*Ver anexo 7*)

- Rompe Colada: una vez desprendidas las varillas del cabo, estas pasan por la rompedora de colada, donde se procede a desprender el guarda cabo o restos de colada, de las puntas de las varillas, quedando listas para ser usadas nuevamente en el proceso.
- Selección Visual de Varillas: después de la rompe colada, las varillas pasan a una estación donde un operario las evalúa visualmente, para determinar según su estado, cuales están operativas y cuáles no y desprender con una vara cualquier resto de colada que haya quedado presente. Las varillas óptimas continúan el proceso hacia la estación Grafitadora.
- Incorporación y Desincorporación de Varillas: Las varillas no óptimas son sacadas del proceso y enviadas al taller de varillas, para ser reparadas. En esta estación se incorporan en el proceso las varillas en buen estado, provenientes del Departamento de Varillas y Refractario.
- Estación Grafitadora: al llegar las varillas a esta estación, la leva da la señal activando el sensor, para que suba el dispositivo con la solución de grafito y se sumerjan las puntas del yugo, colocando de esta manera una fina capa de grafito, con la finalidad de proteger las puntas y evitar que la colada se adhiera. (*Ver anexo 8*).
- Estación Calentador de Yugo: en esta estación, los calentadores eliminan la humedad de la solución de grafito existente en las puntas de las varillas, con el propósito de evitar choques térmicos, explosiones y mejorar la conductividad eléctrica, esta estación tiene capacidad de seis varillas dentro, de las cuales tres pasan a la mesa de colada y las otras esperan el proceso. (*Ver anexo 9*)
- Estación Mesas de Colada: los ánodos cocidos, provenientes de los Hornos de Cocción, son transportados a la Mesa de colada, mediante el Sistema B, Sistema PC-46 (Fuera de servicio) y PC-47. En esta estación se realiza la unión el ánodo cocido con la varilla.



Una vez posicionada la varilla en los orificios del ánodo, el crisol proveniente de hornos de inducción, entra a la mesa de colada y vacía en cada orificio del ánodo la fundición gris, permitiendo el ensamble de la varilla al ánodo.

- Estación Limpieza de ánodos: Un operario limpia con una vara, la superficie del ánodo envarillado, para quitarle los restos de la colada, resultante de la fundición gris.
- Estación de Rociado: Esta estación tiene como finalidad rociar con aluminio proveniente de Colada, al ánodo envarillado. El proceso consiste, en el aluminio líquido que entra al equipo rociador mediante un crisol, pasando por una canaleta y mediante unos sopladores recubre al ánodo, para protegerlo y mejorar su rendimiento en el proceso de reducción. (*Ver anexo 10*)

## **2.10 Departamento de Varillas y Refractarios**

Es la planta encargada de acondicionar las varillas en mal estado, provenientes del proceso Envarillado de Ánodos y de los Complejos de Reducción Electrolítica. (*Ver anexo 11*)

Las reparaciones realizadas internamente son: enderezado de varilla, reemplazo de puntas de yugo mediante la soldadura por fricción, desprendimiento de colada, carboneo de varilla, relleno de barras erosionadas, corte de puntas dañadas, ensamblaje de bimetálico, ensamblaje de yugo y biselado de barra.

Además este departamento también se encarga, del mantenimiento refractario a los hornos de inducción de Envarillado de Ánodos, demolición y construcción de los crisoles rociadores de Envarillado de Ánodos, demolición y construcción de crisoles de línea I y línea II del proceso productivo de envarillado y mantenimiento refractario a los hornos de cocción.

### **2.10.1 Descripción del proceso de Acondicionamiento de las Varillas**

Una vez trasladadas las varillas desde las Celdas de Reducción y las desincorporadas del proceso de envarillado al patio del Taller de Varillas Refractarios, para que sean acondicionadas e incorporadas nuevamente al proceso de envarillado, se diagnostica visualmente el estado de las varillas y se determina por cuales procesos deben de pasar para su recuperación. A continuación se describen los procesos realizados:

- Rompe Colada: cuando la varilla presenta restos de colada pegada a sus puntas, pasa por este equipo, el cual tiene la finalidad de desprender y eliminar la colada adherida a las puntas del yugo, quedando acondicionadas y apiladas para su traslado al área de envarillado.
- Carboneo: en algunos casos, la colada adherida a las puntas de la varilla, no logra ser desprendida en su totalidad por la rompe colada, por lo tanto es enviada a carboneo, donde se terminan de limpiar los restos de colada con una pinza de carboneo.
- Enderezadora de Varilla: este equipo cumple con la función de enderezar la varilla doblada.
- FrictionWelder: esta máquina cumple con la función de ensamblar la punta de la varilla al yugo, mediante la fricción. Existen dos tamaños de punta, dependiendo del corte que haya tenido (Corte 165 y corte 180).
- Corte de Rebaba: en esta parte del proceso se limpia la rebaba producida por la fricción entre la punta y el yugo en el proceso de ensamblaje.
- Oxicorte: cuando alguna punta de las varillas traídas de Reducción, presentan desprendimiento o defectos pasa por este proceso, donde se realiza el corte de la punta, existen dos tipos de corte: Corte 165 y Corte 180. Para luego ser reparadas y listas para ser utilizadas nuevamente.

- Sierra de Corte Vertical: este proceso tiene como función separar la barra del Bimetal dañado, haciéndole un corte en la maquina llamada cierra vertical, con una capacidad de una sola varilla por corte.

## 2.11 Bases Teóricas

**Herramientas para el Análisis y Mejoras del Proceso:** son herramientas y técnicas específicas, utilizadas para analizar, diagnosticar y/o evaluar procesos productivos. Las cuales facilitan orientar a la empresa a la mejora de su organización. Algunas de estas herramientas son:

- *Brainstorming*
- Diagrama de afinidades
- Diagrama de interrelaciones
- Matriz de actividades con problemas
- Diagrama de causa y efecto
- Gráfico de control
- Diagrama de Pareto
- Histograma

**Diagnóstico Operativo:** son el o los resultados que se arrojan luego de un estudio, evaluación o análisis sobre determinada área o empresa en general. El diagnóstico tiene como propósito reflejar la situación de un lugar, para que luego se proceda a realizar una acción o actividades que ya se preveía realizar o que a partir de los resultados del diagnóstico se decide llevar a cabo.

**Importancia del Diagnóstico Operativo:** un diagnóstico operativo nos permitirá: tener una información básica que sirva para programar acciones concretas, llámense programas, proyectos o actividades. El diagnóstico es el punto de partida para diseñar operaciones y acciones que permiten enfrentar los problemas y necesidades detectadas en el mismo.

El diagnóstico debe ser el fundamento de las estrategias que han de servir en la práctica de acuerdo a las necesidades y aspiraciones de la empresa y a la influencia de los diferentes factores que inciden en el logro de los objetivos propuestos. Un diagnóstico actualizado permite tomar decisiones en los proyectos con el fin de mantener o corregir el conjunto de actividades en la dirección de la situación objetivo, planteada por la organización.

**Diagrama Causa – Efecto:** este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa. La apariencia de este diagrama se relaciona con el esqueleto de un pez, donde la ubicación del problema es en la cabeza y las causas probables en las espinas. Siendo las espinas grandes las causas primarias, las espinas medias las causas secundarias que afectan a las primarias.

**Diagrama de Pareto:** este método ha demostrado que, en general, el 20 % de las causas, produce el 80% de los efectos. El objetivo principal de este diagrama es detectar frecuencias de errores o problemas, determinar su importancia relativa en relación al resto de los problemas encontrados en el mismo proceso. En este diagrama se muestran los problemas por incidencia, en orden decreciente y al mismo tiempo se indica la participación porcentual individual y acumulada

## 2.12 Glosario de Términos

- **Bimetal:** es la unión o ensamble de dos o más metales juntos.
- **Cadenas Aéreas:** es el sistema que se utiliza en el proceso productivo del ánodo envarillado, para transportar mediante carros porta varillas, a las varillas y ánodos envarillados. Consta de tres cadenas. La cadena R1: transporta al ánodo envarillado, R2: a las varillas y la cadena R3: es la utilizada en la carga y descarga.

- **Crisoles:** es un depósito en forma de tronco en el cual el metal está completamente aislado del combustible, siendo su principal característica de presentar un envase con la parte superior descubierta lo cual permite la eliminación de los gases y la obtención del metal líquido. Una de las ventajas en fundir metales no ferrosos con crisol es que se tiene una aleación más limpia, los tiempos de mantenimiento son más rápidos y el control de energía es más preciso. Se cuentan con diferentes formas como tipo barril, con pico entre otros.
- **Hornos de inducción:** es el proceso donde se lleva a cabo, la fundición de aluminio, denominada fundición gris, la cual será utilizada en el ensamble del ánodo cocido con la varilla.
- **Sistema C:** es el sistema utilizado para enviar, el cabo desprendido por la Rompedora de Cabo, hacia el Departamento de Molienda y Compactación.
- **Sistema B:** este sistema tiene como función, trasladar mediante rodillos transportadores, desde el almacén de Hornos de Cocción hasta la Mesa de Colada, los bloques de ánodos a ser envarillados.
- **Sistema PC-46 y PC-47:** estos sistemas tienen la finalidad de transportar los ánodos cocidos desde el almacén de Hornos de Cocción hacia la Mesa de Colada en Línea II. Actualmente el sistema PC-46 no se encuentra en funcionamiento, sólo opera el sistema PC-47.

## CAPITULO III

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Investigación

El trabajo de pasantía presentado se desarrollará con una investigación de campo, ya que se recopilará información de forma directa en las áreas destinadas para la ejecución de las actividades requeridas para la obtención de datos necesarios, que conlleve a la realización de los objetivos planteados en la investigación.

La investigación es de tipo evaluativa y explicativa, porque permitirá evaluar, analizar, interpretar y explicar los procesos de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, así como también el desenvolvimiento de sus operaciones, explicando las causas de los eventos diagnosticados.

#### 3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación es de tipo documental, debido a que se recolectaron algunos datos de registros pasados y documentación facilitada por personas del área de estudio. Se consultó material bibliográfico como libros e informes pertenecientes a CVG VENALUM que sirvieron para la estructuración y ejecución del desarrollo de la investigación.

#### 3.3 Población y Muestra

##### 3.3.1 Población

Para la elaboración de este estudio, la población estará constituida por las Áreas Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, ya que son las áreas bases del estudio.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra que se utilizará para desarrollar este trabajo de investigación serán las estaciones de trabajo que conforman a las áreas seleccionadas para el estudio, debido a que nos permitirá detectar más preciso las fallas y problemas existentes en la producción.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Luego de haber determinado el alcance, tipo y diseño de la investigación, se establecen las técnicas a utilizar para recopilar la información y datos necesarios, dentro de las cuales se pueden mencionar: Observación directa, entrevistas no estructuradas, revisión documental y web.

### **3.5 Materiales y Equipos**

Los materiales y equipos a utilizar en el desarrollo de la investigación son los siguientes:

#### **3.5.1 Recursos físicos**

- Lápiz y papel, útiles para recolectar datos
- Calculadora
- Un computador portátil e impresora
- Programas de Microsoft Office

#### **3.5.2 Equipos de protección personal**

Los equipos mencionados a continuación fueron necesarios para trabajar en las áreas de la empresa y suministrados por la misma.

- Casco de seguridad
- Camisa (Manga larga)
- Chaqueta (manga larga de jean)
- Pantalón (Largo de seguridad)
- Botas de seguridad
- Mascarilla o Tapa boca.

### **3.5.3 Recursos humanos**

- Un asesor académico de ingeniería industrial
- Un asesor industrial de la gerencia de ingeniería industrial.
- Jefes de Departamentos, Supervisores y Operadores de los Departamentos Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios.

### **3.6 Procedimiento Metodológico**

#### **Primeras visitas a las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios de CVG VENALUM.**

Mediante la observación directa se inspeccionarán las actividades llevadas a cabo en las áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, para así analizar y establecer las variables a estudiar.

#### **Diagnosticar la situación actual del proceso productivo de Envarillado de Ánodos de Línea I y Línea II y del Taller de Varillas en CVG Venalum.**

Se determinará cuál es la condición que se presenta en el proceso productivo, haciendo también una descripción de la situación en que se encuentran los equipos y todos los elementos que participan en el problema.

#### **Determinar la operatividad/disponibilidad de los equipos de Envarillado de Ánodos de Línea I y Línea II y del Taller de Varillas en CVG Venalum.**

Para determinar la operatividad de los equipos se realizará una observación directa y para la disponibilidad, se recopilarán datos de los registros. Se estudiará esta variable debido a que los equipos son de vital importancia para el funcionamiento del proceso productivo llevado a cabo en las áreas seleccionadas para nuestro estudio.



**Identificar las principales causas y problemáticas que existen debido al ausentismo del recurso humano, para los procesos productivos de envarillado de ánodos y recuperación de varillas anódicas.**

A través de una recopilación de datos se determinará el ausentismo existente en las áreas a estudiar, se evaluarán las vacantes, para de esta manera determinar si se cuenta con el recurso humano requerido para llevar a cabo las actividades.

## CAPÍTULO IV

### SITUACIÓN ACTUAL

#### 4.1 Caracterización del proceso.

Para iniciar el análisis de la situación actual del área Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, se procede a reflejar mediante el uso del diagrama PEPSC, los procesos principales que se llevan a cabo en cada una de estas áreas.

Primeramente los procesos principales de Envarillado de Ánodos (*Ver Apéndice 1*) y luego se procedió con el proceso llevado a cabo en el Taller de Varillas y Refractarios, “Manejo y Recuperación de las Varillas”. (*Ver Apéndice 2*).

Se puede observar en los diagramas que tanto las entradas como las salidas son las establecidas por las prácticas operativas en CVG VENALUM.

#### 4.2 Equipos

##### 4.2.1 Situación actual de los equipos.

Actualmente en el área de Envarillado de Ánodos, tanto el sistema Aéreo de las cadenas, como los equipos del proceso productivo de Línea I y Línea II, presentan deficiencia como consecuencia a que la mayoría han cumplido su vida útil, por otra parte la operatividad de estos equipos es irregular debido a la falta de repuestos que no permiten el reemplazo oportuno de las piezas dañadas y el poco cumplimiento de los mantenimientos preventivos, generando fallas en el equipo que conlleva a retrasos en el proceso productivo de ánodos envarillados. (*Ver apéndice 3 y apéndice 4*).

Por otro lado, en el área de Varillas y Refractarios, existe actualmente fallas en sus equipos, de igual modo, debido a la falta de repuestos y mantenimientos, lo que retrasa el proceso de recuperación de las varillas, conllevando a que la recuperación realizada no cumpla con los requerimientos exigidos para el proceso de envarillado de ánodos y se paralice el proceso.

Se realizó un estudio a los equipos de Envarillado de Ánodos y Varillas para determinar la operatividad de cada uno de estos durante el mes de Diciembre del año 2014. (Ver Tabla 1).

**Tabla 1:** Operatividad de los equipos del área de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios

Área	Equipos	Cantidad (Unidades)	Condición	
			Operativo	No Operativo
Línea I	Carros porta Varilla	145	42	103
	Crisol	3	1	2
	Rompedora de Cabo	2	1	1
	Grafitadora	1	1	0
	Calentador de Yugo	1	1	0
	Mecheros (Cámara de Secado)	24	18	6
	Mesa de Colada	1	1	0
	Enderezadora de Varilla	1	0	1
Línea II	Carros porta Varilla	240	141	99
	Tractor	2	1	1
	Vagón	285	117	168
	Crisol	11	3	8
	Rompedora de Cabo	2	2	0

**Continuación Tabla 1:** Operatividad de los equipos del área de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios

Área	Equipos	Cantidad (Unidades)	Condición	
Línea II	Rompedora de Colada	2	1	1
	Grafitadora	1	1	0
	Calentador de Yugo	1	1	0
	Mecheros (Calentador de Yugo)	18	15	3
	Hornos de Inducción	3	2	1
	Mesa de Colada	2	2	0
	Rociadora	1	1	0
	Enderezadora de Varilla	1	0	1
Varillas y Refractarios	Enderezadora de Varilla	1	1	0
	Oxicorte	2	2	0
	Friction Welder	1	1	0
	Sierra de corte numérico	1	1	0
	Sierra de corte vertical	1	1	0
	Grúas de 5 Ton	2	1	1
	Grúas de 1 Ton	2	1	1
	Máquinas de Soldar	11	11	0
	Monta Carga	4	1	3
	Rompedora de Colada	1	1	0

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2 Disponibilidad de los Equipos

Hoy en día en las áreas Envarillado de ánodos y Varillas y Refractarios de CVG VENALUM, todos los equipos involucrados en el proceso productivo, no se encuentran a disposición de su uso la mayor parte del tiempo, debido a fallas en su operatividad, o a reparaciones y mantenimientos necesarios por realizar, lo que genera demoras e impiden la posibilidad de realizar una determinada operación.

Después de haber realizado un diagnóstico en las áreas y recolectar información de los registros existentes, se pudo estudiar y determinar la fallas existentes en el mes de Diciembre del 2014, de lunes a viernes, en el horario de 7:00 am a 3:00 pm, en los equipos principales del proceso productivo. (Ver *apéndice 5*). Mediante esta información se determinó el porcentaje de disponibilidad de dichos equipos.

A continuación se procede a calcular el porcentaje de disponibilidad de los equipos:

##### Cadenas aéreas R1 L/2

Tiempo total: 23 días \* 8 h/ día = 184 horas

Tiempo total de fallas: 2,24 horas

$$\%Disponibilidad = 100\% - \frac{2,24}{184} \times 100$$

$$\%Disponibilidad = 98,78\%$$

(Cálculo ejemplo. Tabla de resultados ver *apéndice 6*)

#### 4.3 Recurso Humano

##### 4.3.1 Fuerza laboral aprobada (F.LA) y Registro de Asignación de posiciones (R.A.P)

La F.L.A es la aprobada previamente por la empresa, está representada por los organigramas y es la cantidad de personal que debería de estar activo en las áreas de estudio. El R.AP son los puestos creados que se encuentran registrados en sistema, con sus vacantes disponibles. (Ver *apéndice 7*)

#### 4.3.2 Diferencia entre la F.L.A y el R.A.P

##### Departamento de Operaciones de Envarillado

- Operadores integrales
  - Aprobado: 113
  - Efectivos: 111
  - % Diferencia:  $100 - \frac{111}{113} \times 100 = 1,76\%$

(Cálculo ejemplo. Tabla de resultados: (Ver apéndice 8))

Se presentó en promedio una diferencia de 9,92% entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de operaciones.

##### Departamento de Mantenimiento de Envarillado

- Lubricadores Industriales
  - Aprobado: 2
  - Efectivos: 5
  - % Diferencia:  $100 - \frac{5}{2} \times 100 = -150\%$

(Cálculo ejemplo. Tabla de resultados: (Ver apéndice 8))

Se presentó en promedio una diferencia de -19,5% entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de mantenimiento. Esta diferencia resultó ser negativa indicando que hay un exceso de trabajadores en los cargos, según lo aprobado por la empresa.

##### Departamento de Operaciones de Varillas

- Soldadores
  - Aprobado: 15
  - Efectivos: 15
  - % Diferencia:  $100 - \frac{15}{15} \times 100 = 0\%$

(Cálculo ejemplo. Tabla de resultados: (Ver apéndice 8))

Se presentó en promedio una diferencia de 17,06 entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de operaciones de Varillas y Refractarios.

#### **4.3.3 Inasistencias del Personal**

Para determinar la inasistencia del personal en las áreas de Envarillado y Taller de Varillas, se realizó un seguimiento de la asistencia del personal, durante los meses Noviembre-Diciembre, de lunes a viernes, en el turno 2 de la empresa. (*Ver apéndice 9 y apéndice 10*)

Las empresas hoy en día deben de invertir más tiempo en las necesidades del trabajador, realizar nuevos incentivos, bonos por asistencia perfecta, un sistema de recompensa que sea completa, flexibilizar horarios, fomentar el compañerismo, la responsabilidad, la honestidad y motivar a los empleados, un buen clima laboral, si la empresa invirtiera en todo esto y se comprometieran por ambas partes, la empresa tendrá un buen margen de competitividad y mejoraría su productividad.

#### **4.4 Producción de los Departamentos**

##### **4.4.1 Producción del Departamento Envarillado de Ánodos**

En CVG VENALUM, durante el año 2008 y hasta noviembre del 2009, el procesamiento de Ánodos Envarillados era de 900 a 1000 ánodos por día, durante estos años la empresa estuvo al máximo de su producción, e inclusive en ocasiones se superaban las metas establecidas. Durante estos años, los complejos de Reducción Electrolítica operaban con 905 celdas, a partir de finales del 2009 a la actualidad, debido a fenómenos meteorológicos que afectaron al país (Fenómeno del Niño) se procedió a desincorporar eventualmente celdas de reducción, lo que ha generado consecuencias como, disminución de la producción. (*Ver apéndice 11*)

A continuación se presenta una tabla donde se refleja la producción por parte de la planta de Envarillado de Ánodos para el año 2014, es decir con 205 celdas de reducción operativas. (*Ver tabla2*)

**Tabla 2:** Producción Real y Meta del Dpto. Envarillado de Ánodos durante el 2014

Mes	Meta del Mes	Producción Real	Diferencia (%)
Enero	7.969	7.624	95,67
Febrero	6.840	6.912	101,02%
Marzo	8.526	7.605	89,19%
Abril	8.172	8.012	98,04%
Mayo	7.174	6.442	89,79%
Junio	6.422	6.491	101,07%
Julio	7.255	7.422	102,30%
Agosto	6.800	6.881	101,19%
Septiembre	6.390	6.549	102,48%
Octubre	6.888	7.196	104,47%
Noviembre	6.724	6.231	92,66%
Diciembre	6.513	6.556	100,66%
<b>Total</b>	<b>85.673</b>	<b>83.921</b>	

Fuente: Departamento de Envarillado de Ánodos

#### 4.4.2 Producción y Rechazo de Ánodos Envarillados

El Departamento de Envarillado de Ánodos se ha caracterizado por cumplir y satisfacer la demanda de sus clientes, garantizando la calidad tanto en sus productos como en servicios. Hoy en día dicho Departamento presenta un porcentaje considerable de rechazo en su producto terminado por causa de varillas flojas, dobladas e inclinadas, hecho que ha afectado la producción tanto de la Sala de Envarillado como la producción de la Planta de Reducción (Complejo I, Complejo II y V Línea).

Según el reporte efectuado desde el mes de Enero hasta el mes de Diciembre del 2014 por el Jefe del Departamento de Envarillado de Ánodos, la producción de línea I y Línea II fue de 83921 ánodos envarillados, de los cuales se rechazaron 266 unidades (*Ver tabla 3*)



**Tabla 3:** Producción y Rechazo de Ánodos Envarillados para el año 2014

Mes	Producción	Rechazo de Varillas (Causas)				
		Colada Floja	Varilla Doblada	Varilla Inclínada	Otros	Total
Enero	7.624	16	7	1	0	24
Febrero	6.912	16	5	3	0	24
Marzo	7.605	18	1	1	0	20
Abril	8.012	22	2	3	0	27
Mayo	6.442	20	1	1	0	22
Junio	6.491	17	4	1	0	22
Julio	7.422	20	3	1	0	24
Agosto	6.881	7	7	2	3	19
Septiembre	6.549	6	1	8	6	21
Octubre	7.196	17	4	4	0	25
Noviembre	6.231	7	6	2	3	18
Diciembre	6.556	16	3	1	0	20
<b>Total</b>	<b>83.921</b>	<b>182</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>266</b>

**Fuente:** Departamento de Operaciones de Envarillado de Ánodos

#### 4.4.3 Producción del taller de Varillas

En el Departamento de Varillas y Refractarios, actualmente la recuperación de Varillas anódicas, se ve afectada debido a varios factores entre ellos está: Limitantes de equipos móviles, ausencia de personal por falta de transporte, falta de Materia Prima como lo son el Acetileno y las Puntas de yugo.

Debido a lo anteriormente mencionado, la recuperación y mantenimiento de las Varillas durante el año 2014 estuvo por debajo de la meta establecida por el departamento, lo que trajo como consecuencia el incumplimiento de la demanda de varillas necesarias para el ensamblaje de ánodos, por parte del Departamento de Envarillados.

En la siguiente tabla se muestra la ejecución real del año 2014 y la meta establecida por el Departamento, para la recuperación y mantenimiento de las Varillas Anódicas. (*Ver tabla 4*)

**Tabla 4:** Producción real y Meta del Departamento de Varillas durante el 2014

Mes	Meta del Mes	Producción Real
Enero	2.700	3.155
Febrero	2.750	2.662
Marzo	2.750	2.922
Abril	2.800	2.283
Mayo	2.800	2.178
Junio	2.850	2.370
Julio	2.850	3.333
Agosto	2.900	3.213
Septiembre	2.900	2.309
Octubre	2.950	2.811
Noviembre	2.950	2.448
Diciembre	3.000	2.222
<b>Total</b>	<b>34.200</b>	<b>31.906</b>

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Mediante la realización del Diagnóstico Operativo en las Áreas de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, se pudo determinar cuáles son las principales causas que generan disminución en la producción y/o paradas en el proceso productivo de Envarillado y del Mantenimiento y Recuperación de Varillas.

#### 5.1 Capacidad de Producción

En las Salas de Envarillado, ha existido una disminución en la producción, en comparación con años anteriores, esto debido a varios factores, entre ellos está: la ausencia de personal por falta de transporte, falla en los equipos, disminución de la demanda de ánodos envarillados por parte de los Complejos de Reducción Electrolítica. Una de las principales causas es la disminución de la demanda, esto ha sido ocasionado debido a la desincorporación de celdas electrolíticas en CVG VENALUM.

A continuación se presenta la capacidad de producción anual para los Departamentos de Envarillado y de Varillas, cuando en los Complejos de Reducción operaban 905 celdas y para la actualidad, es decir con 203 celdas activas. (*Ver tabla 5*).

**Tabla 5:** Capacidad de producción del Departamento de Envarillado para 905 Celdas vs 203 Celdas

Producto	905 Celdas	203 Celdas
Ánodos Colados	230.913	50.851
Ánodos Rociados	230.715	50.667
Ánodos Envarillados	298.205	83.921

**Fuente:** Gerencia de Sistemas y Organización

## 5.2 Mantenimiento Preventivo de los Equipos

Otras de las trascendentales causas que han generado una disminución y paradas en la producción de ánodos envarillados y en el mantenimiento de las varillas, es el mal estado de los equipos involucrados en el proceso productivo de ambos departamentos.

Analizando los mantenimientos preventivos, planteados por los departamentos de Envarillado y Varillas para sus correspondientes equipos, se puede determinar que para el año 2014, el cumplimiento del plan anual, no se realizó a cabalidad, la principal causa del incumplimiento de estos mantenimientos es debido a la falta de equipos móviles de apoyo (Montacargas, Grúas, entre otros) y la falta de disposición de repuestos por parte del almacén. La poca ejecución de los planes de mantenimientos establecidos para las áreas, genera como consecuencia el deterioro y fallas de los equipos y a su vez la paralización de algunos de estos.

Mediante la recopilación de referencias de los registros existentes, se procedió a sintetizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo (*Ver Tabla 6*).

Es importante que en cada Departamento, se deba de verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento, reparación de equipos e instalaciones, para evitarse mayores inconvenientes en la manufactura de la empresa.

**Tabla 6:** Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo a los Equipos de Envarillado

Equipo	Descripción	Fecha Requiere Mtto.	Ejecutado
Rociadora	Mtto al Tanque de la Rociadora 2 L/1	20/10/2014	Si
	Mtto. a la rociadora 2 L/1	12/05/2014	No
	Mtto. al cilindro de elevación izquierdo de rociadora L/1	12/05/2014	No
Cadena R1, R2 o R3	Mtto. al conjunto motriz cadena R1	07/04/2014	Si
	Mtto. a la cadena R3 de L/2	01/06/2014	No
	Mtto. al conjunto compensador de R2 en L/1	11/06/2014	No
	Mtto. al conjunto motriz de cadena R3 de L/2	25/06/2014	No
	Mtto. a rueda de la cadena R1 de L/2	25/06/2014	No
	Parada 3.2 de la cadena R3 de L/2	21/07/2014	No
	Mtto a la curva de rodillo de R3 L/2	15/07/2014	Si
	Mtto al conjunto compensador a la cadena R1 de L/1	14/10/2014	Si
Mesa de Colada	Mtto. al cilindro HID de la vagoneta Mesa 1 L/2	05/05/2014	No
	Mtto al cilindro hidráulico de traslación Mesa 1 L/2	11/06/2014	No
	Mtto al cilindro pinza fija izq. y der, cilindro centrador de ánodos, cilindro de elevación de mesa 1 L/2	11/06/2014	No
	Mtto al cilindro hidráulico de rechazo Mesa 1	11/06/2014	No

**Fuente:** Departamento de Envarillado de Ánodos

**Tabla 6:** Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo a los Equipos de Envarillado

Equipo	Descripción	Fecha Requiere Mtto.	Ejecutado
Rompedora de Cabo	Mtto. a la unidad HID de la rompe cabo 1 L/2	05/11/2014	No
	Mtto al cilindro rompedor de la rompe cabo 1 L/2	05/11/2014	No
	Mtto al cilindro empujador de la rompe cabo 1 L/2	05/11/2014	No
	Mtto al cilindro mordaza de la rompe cabo 1 L/2	05/11/2014	No
	Mtto al cilindro de traslación de la rompe cabo 1 L/2	05/11/2014	No
Rompedora de Colada	Mtto al cilindro manipulador de la rompe colada 2 L/2	14/10/2014	Si
	Mtto al cilindro rompedor de la rompe colada 2 L/2	14/10/2014	Si
	Mtto al cilindro sujetador de varillas rompe colada 1 L/2	19/11/2014	No
	Mtto al cilindro manipulador de la rompe colada 1 L/2	11/11/2014	No

**Fuente:** Departamento de Envarillado de Anodos

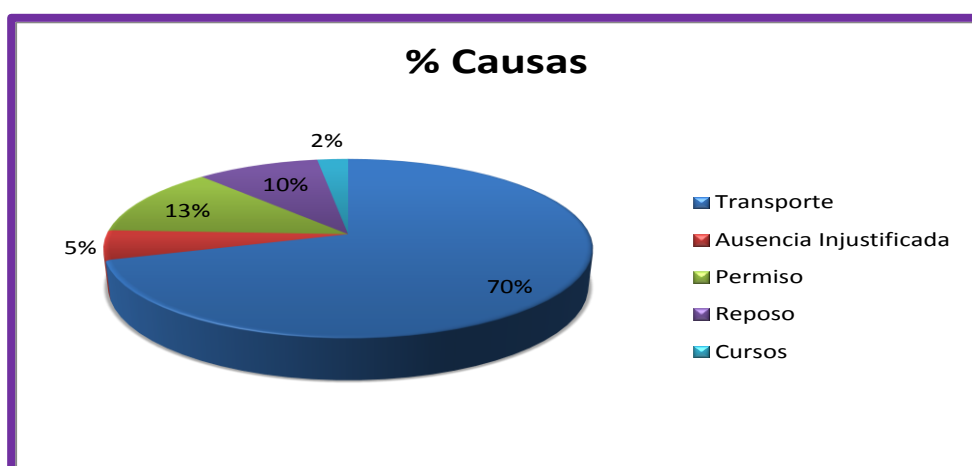
Cabe destacar que es importante tomar en cuenta, que al momento en que la empresa CVG VENALUM, lleve a cabo la reincorporación de las celdas, los equipos del proceso productivo de los Departamentos de Envarillado y Varillas y Refractarios, deben de estar operativos, al punto de poder satisfacer la demanda de los complejos de reducción.

### 5.3 Ausentismo del Personal

En los Departamentos de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, se pudo observar que existe una notable inasistencia del personal. Este ausentismo del personal, genera consecuencias negativas para la empresa CVG VENALUM, en su proceso de producción, debido a que no se cuenta con el personal necesario, que cumplan con las labores de trabajo pautadas.

En toda empresa, su personal es una pieza importante, estos son responsables de llevar a cabo los objetivos planteados, además gracias a ellos, una empresa puede tener éxito o no en sus productos o servicios. El ausentismo laboral es considerado un factor que reduce seriamente la productividad. Para disminuirlo la empresa puede acudir a diversos tipos de acciones, que disminuyan este problema.

La principal causa del ausentismo del personal de CVG VENALUM en las áreas de Envarillado y Varillas y Refractarios, es la falta y falla de las unidades de transporte. Los daños y deterioro en los autobuses han ocasionado que las rutas no se cumplan, afectando a los trabajadores residenciados en estas zonas. (Ver gráfico 1)



**Gráfico 1** Porcentaje de Inasistencias

**Fuente:** Elaboración Propia

#### **5.4 Falta de Insumos y Repuestos**

Para los Departamentos de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, es necesaria la disposición oportuna de los insumos y repuestos, para garantizar de esta manera la elaboración de sus productos y evitar la paralización de la producción por la falta de alguno de estos.

Es necesario que el proveedor de estos Departamentos, garantice un stock apropiado para cada insumo y repuesto, con la idea de evitar inconvenientes a la hora de necesitarlos. Una de las razones por la cual no se cumple el mantenimiento a los equipos, es por la falta de repuestos. Con una buena planificación y un apropiado seguimiento en el almacén, se podrá asegurar la rentabilidad y producción en la empresa.

A continuación se presenta el uso de la materia prima en Envarillado y la disponibilidad en el almacén para el año 2014

*(Ver tabla 7)*



**Tabla 7:** Uso diario de materia prima en Envarillado de Ánodos para el año 2014

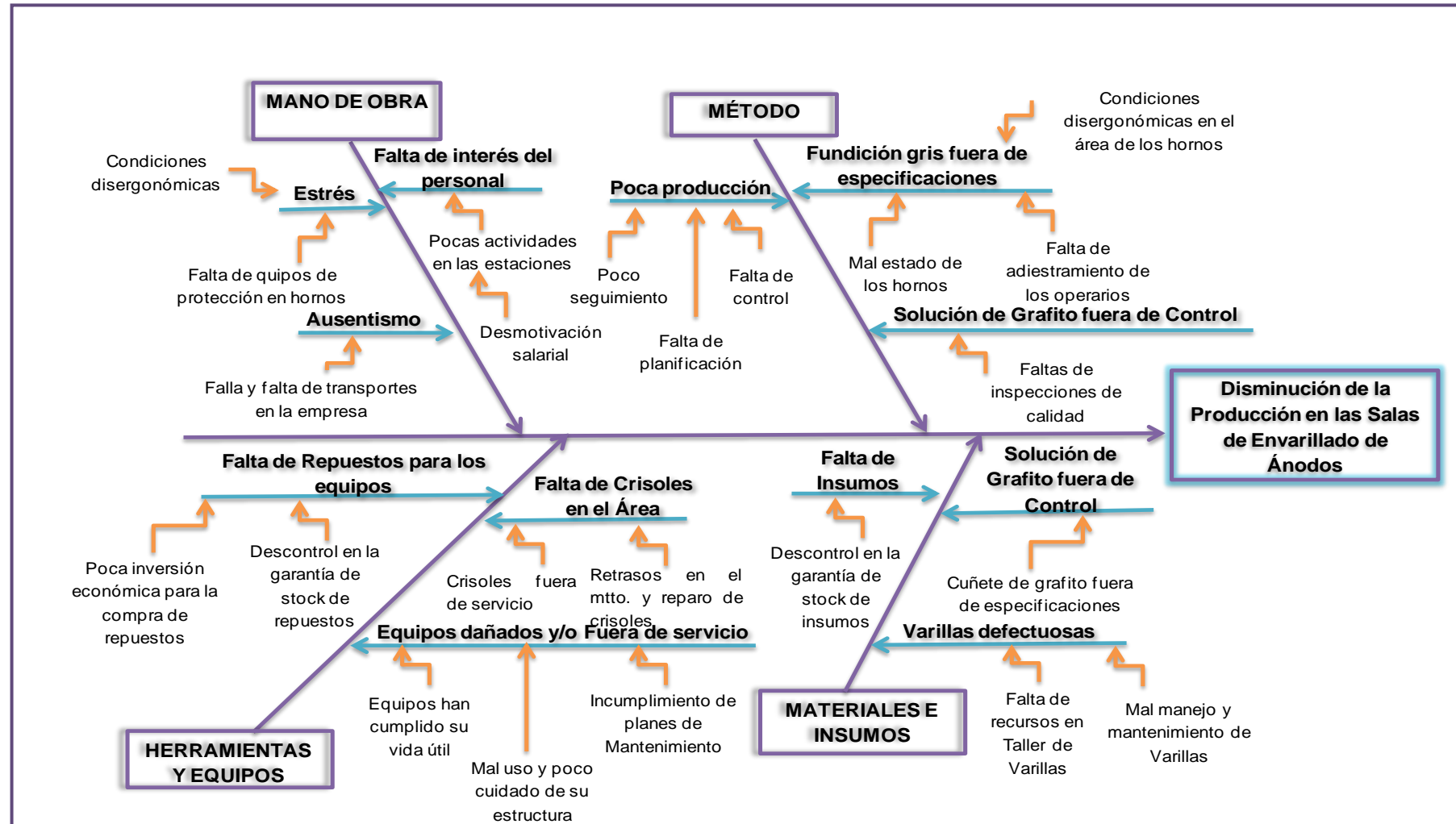
Material	Ene		Feb		Mar		Abr	
	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)
Arrabio	148.920	1.940	95.700	1.857	0	1.823	0	0
Carburizante	3.000	10	3.000	16	1.000	31	1.000	116
Ferrofósforo	70.000	102	67.000	107	64.000	125	60.000	119
Ferrosilicio	11.220	120	8.326	120	4.046	121	4.046	160
SilicioMn	27.860	24	27.860	24	24.360	32	24.360	35

Material	May		Jun		Jul		Ago	
	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)
Arrabio	1.182.140	1.594	1.144.660	1.545	1.086.800	1.850	1.034.660	1.650
Carburizante	1000	43	5.335	20	4.547	19	3.125	23
Ferrofósforo	56000	124	54.000	93	51.000	70	49.000	107
Ferrosilicio	2280	126	15.700	100	11.060	104	7.340	194
SilicioMn	24360	20	24.360	20	24.360	18	21.123	16

Material	Sep		Oct		Nov		Dic	
	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)	Inventario (Kg)	Consumo/día (Kg/día)
Arrabio	911.340	2.344	911.340	2.344	826.380	1850	776.480	1.714
Carburizante	1.315	19	1.315	19	3.123	16	2.182	27
Ferrofósforo	39.000	114	39.000	114	34.000	114	32.000	96
Ferrosilicio	13.460	65	13.460	50	9.720	88	5.320	90
SilicioMn	19.505	15	19.505	12	16.185	10	16.185	12

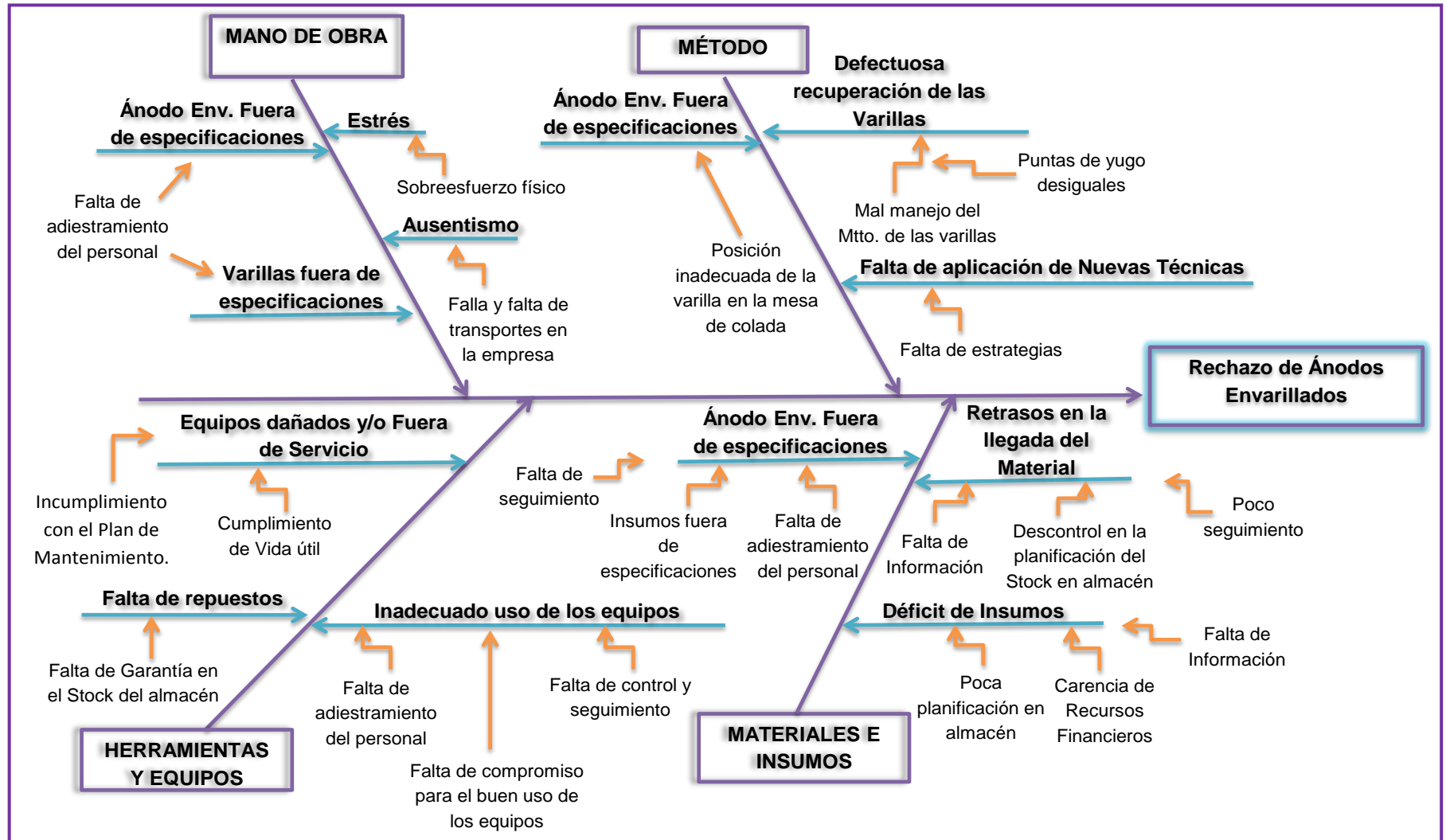
**Fuente:** Departamento de Envarillado de Anodos

## 5.5 Causas y Efectos de la Disminución de Producción en las Salas de Envarillado de Ánodos



Fuente: Elaboración Propia

## 5.6 Causas y Efecto del Rechazo de ánodos Envarillados.



Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizado el análisis de las causas y efectos, haciendo uso del diagrama Ishikawa, en los dos problemas anteriormente mencionados, se pudo notar que en ambos problemas, existen causas similares:

1. Incumplimiento de los planes de mantenimiento.
2. Varillas defectuosas.
3. Incumplimiento de la ejecución de las Prácticas operativas.
4. Poca inversión financiera.
5. Falta de repuestos.
6. Baja disponibilidad de equipos móviles.

### **Ponderación de causas raíces.**

Una vez establecidas las causas raíces de los problemas, se procede a hacer la ponderación de las mismas, con los trabajadores de los Departamentos, tanto Jefes, supervisores y asistentes técnicos, para de esta manera determinar y conocer el orden en que deben de ser atacadas. (Ver tabla 8)

**Tabla 8:** Ponderación de causas raíces

Causa	Ponderación de los trabajadores		Total
	10	P	
1	10	9	90
2	10	7	70
3	10	5	50
4	10	9	90
5	10	10	100
6	10	10	100

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.7 Diagrama de Pareto

Después de ponderar las causas se deben priorizar de acuerdo al puntaje:

**Tabla 9:** Orden de causas

Causa	Ponderación	%	%Acumulado
5	100	20,00	20,00
6	100	20,00	40,00
1	90	18,00	58,00
4	90	18,00	76,00
2	70	14,00	90,00
3	50	10,00	100,00
	<b>500</b>	<b>100</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

Después de haber ordenado las causas que intervienen en los problemas, se procede al diagrama de Pareto, para observar de manera más clara la ponderación. (*Ver apéndice 12*).

## CONCLUSIONES

Durante la realización del Diagnóstico Operativo en las áreas de Envarillado y Varillas y Refractarios se pudo detectar las fallas existentes, las cuales perjudican su proceso productivo. Analizando cada problema, se pudo llegar a ciertas conclusiones:

1. En el área de Envarillado de Ánodos, los equipos principales del proceso productivo no se encuentran disponibles la mayor parte del tiempo, debido a fallas y reparaciones necesarias por realizar, lo que conlleva a retrasos en su producción. Es necesario que se cumplan todos los mantenimientos preventivos pautados, para de esta manera prever futuros inconvenientes y evitar paradas de largo tiempo.
2. Se presentó en promedio una diferencia de 9,92% entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de operaciones de Envarillado, una diferencia de -19,5% entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de mantenimiento de Envarillado, esta diferencia resultó ser negativa indicando que hay un exceso de trabajadores en los cargos, según lo aprobado por la empresa y se demostró una diferencia de 17,06 entre la F.L.A y el R.A.P del departamento de Varillas y Refractarios.
3. En ambas áreas de estudio, el principal problema que genera ausentismo laboral, es la falla y falta de unidades de transporte. Los autobuses de la empresa en su mayoría están deteriorados, lo que conlleva al incumplimiento de algunas de las rutas establecidas, afectando de esta manera a los trabajadores que viven por estas zonas. Se determinó que para los meses de Noviembre – Diciembre del 2014 hubo en promedio un ausentismo de 39,66%.
4. La producción de las áreas de Envarillado y Varillas y Refractarios se ha visto afectada por la desincorporación de las celdas de

reducción electrolítica que se ha venido realizando desde finales del 2009 hasta la actualidad, durante el año 2014 se registró una producción de 83.921 Ánodos Envarillados, cuando en años anteriores (2008) su producción era de 298.205 ánodos ensamblados.

5. Se determinó que las principales causas que generan las constantes paradas de la planta y el rechazo de ánodos envarillados son; Incumplimiento de los planes de mantenimiento, reparación de varilla no adaptada a las especificaciones de Envarillado, incumplimiento de la ejecución de las Prácticas operativas, poca inversión financiera, falta de repuestos y recursos en el almacén de las áreas y la poca disponibilidad de equipos móviles.
6. Durante el año 2014, se registró un total de 266 ánodos rechazados, dentro los que están: 182 por coladas flojas, 44 por varillas dobladas, 28 varillas inclinadas y 12 otras causas.



## RECOMENDACIONES

Por medio de los resultados y las conclusiones obtenidas del Diagnóstico Operativo se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Realizar un proyecto de inversión para los equipos del área de Envarillado de Ánodos y Varillas y Refractarios, que involucre:
  - Equipos Móviles: reemplazar grúas y montacargas que hayan cumplido su vida útil y hacer un estudio de la cantidad óptima necesaria para poder llevar a cabo las actividades de las plantas.
  - Enderezadora de Varillas: reemplazar este equipo, el cual ya cumplió su vida útil, y en ambas líneas de envarillado están en desuso.
  - Rompedora de Colada: en línea II de envarillado, existen dos de estos equipos, pero sólo funciona uno, se debe realizar la compra de los repuestos necesarios para poner en marcha este equipo.
2. Desarrollar un estudio para determinar la posibilidad del reemplazo de las cadenas aéreas del sistema productivo de envarillado que se encuentren más deterioradas y la factibilidad de esta inversión.
3. Motivar al trabajador con incentivos, para mejorar su rendimiento y disminuir el ausentismo en las áreas, algunos de estos incentivos puede ser: Bonos por asistencia perfecta, implementar programas que fomenten la salud física y mental de los trabajadores para que se sientan animados, reconocer los éxitos laborales de los empleados hará que se sientan motivados para continuar esforzándose.
4. Es recomendable mantener un seguimiento a las prácticas operativas de ambas plantas, con el fin de asegurar el cumplimiento de las mismas y evitar el descontrol del producto final.

5. Diseñar un nuevo plan para CVG VENALUM, que no solo involucre la incorporación de las celdas de reducción electrolítica, sino también la mejora de la operatividad de cada una de las áreas de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Jaqueline, H. (2010) El proyecto de la Investigación (6ta Edición).
- Jesús, L; José R. (1979) Ingeniería de producción. Ediciones Deusto.
- Guzmán, C. (2010). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Investigación 1. Unidad 6.
- Manuel de inducción de CVG VENALUM.
- CVG VENALUM (2014). Generalidades de la empresa. (Intranet de CVG VENALUM).
- Tamayo y Tamayo (2001). Marco de metodología formal de la investigación científica. México. Editorial Limusa. 2da Edición.
- Yuliannis, G. (2013) Estudio de las líneas de producción I y II del Departamento de Envarillado de Ánodos. Informe de Pasantía (Intranet de CVG VENALUM).
- Claret, C. (2010) Evaluación de la capacidad de producción y las fallas en las varillas del Taller de Repuestos de Varillas y Refractarios. Trabajo de Grado. (Intranet de CVG VENALUM)
- ROSA ROJAS DE NARVAEZ “Orientaciones practicas para la Elaboración de informes de Investigación” 2da Edición. Editorial Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Puerto Ordaz.
- Turmero Iván (2012, Febrero). Práctica Profesional [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/disenio-plan-mejora-continua-envarillado-anodos/disenio-plan-mejora-continua-envarillado-anodos.shtml>

## APÉNDICES

**Apéndice 1:** Diagrama PEPSC de los Procesos de Envarillado de Ánodos de CVG VENALUM.

Proveedores (P)	Entradas (E)	Proceso (P)	Salidas (S)	Clientes (C)	
Internos				Internos	
Rompedora de Colada de Envarillado	Varillas en buen estado	Cubrimiento de las Puntas de la Varilla con Solución de Grafito	Puntas de Varillas protegidas	Calentador de yugo de Envarillado	
Taller de Varillas					
Externos					
Pyroven	Cuñetes de Suspensión de grafito coloidal				
Internos					
Desechos de bloque catódico triturado de CVG VENALUM	Carburizante	Fundición de aluminio y aditivos	Fundición Gris	Mesa de Colada de Envarillado	
Externos					
Validsa	Arrabio y Ferrofósforo				
Sidor Sidetur	Palanquilla				
Ferroven	Ferrosilicio				
Hevensa	Silicio Manganeso				
Internos					
Calentador de yugo de Envarillado	Varillas con Puntas Secas	Ensamble de la Varilla al Ánodo	Ánodo Envarillado	Complejos de Celdas De Reducción Electrolítica	
Hornos de Cocción	Ánodo envarillado				
Hornos de Inducción	Fundición Gris				
Internos					
Mesa de Colada de Envarillado	Ánodo envarillado	Rociado con aluminio al ánodo Envarillado	Ánodo envarillado Recubierto		
Colada	Aluminio líquido				

Fuente: Elaboración Propia

**Apéndice 2:** Diagrama PEPSC del manejo y recuperación de Varillas del Taller de Varillas de CVG VENALUM

Proveedores (P)	Entradas (E)	Proceso (P)	Salidas (S)	Cientes (C)
Internos				Internos
Envarillado de Ánodos	Varillas Dobladas Varillas con puntas abiertas y/o cerradas Varillas con colada en el yugo	Manejo y Recuperación de Varillas: • Enderezado de Varilla • Desprendimiento de Colada • Carboneo de las puntas	Varillas en Buen Estado	Envarillado de Ánodos
Complejos de Reducción Electrolítica	Varillas Erosionadas Varillas con colada en el yugo Varillas con bimetálico fisurado Varillas con Puntas desprendidas	Manejo y Recuperación de Varillas: • Relleno de barras erosionadas • Desprendimiento de Colada • Carboneo de las puntas • Ensamblaje de bimetálico • Reemplazo de puntas de yugo mediante la soldadura por fricción		

Fuente: Elaboración propia.

### Apéndice 3: Cuadro de fallas recurrentes en los equipos Envarillado de Ánodos Línea I

EQUIPO		SISTEMA	FALLAS FRECUENTES	REPERCUCIÓN/CONSECUENCIA
ROMPE CABOS	Rompe Cabo N° 1	Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>Fuga de aceite</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Paralización del equipo.</li><li>Derramamiento de aceite en el área de trabajo.</li><li>Accidentes laborales.</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>Sensores rotos y desprendidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Paraliza el equipo.</li><li>Mal funcionamiento del proceso.</li><li>Pérdida del control de arranque.</li><li>Funcionamiento de forma manual.</li></ul>
GRAFITADORA		Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>Nivel de densidad Solución Grafitadora no controlada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Colada adherida a las puntas de la varilla</li><li>Varillas dañadas</li><li>Solución de grafito fuera de especificación</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>Bote de Agua</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Derramamiento de líquido en el área de trabajo</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>Relé dañado (dispositivo de control)</li><li>Botón de encendido y apagado dañado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Fallas en el sistema eléctrico del equipo</li><li>Pérdida de control de arranque</li><li>Paraliza el equipo</li></ul>
CALENT. DE YUGO		Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"><li>Mecheros Sucios</li><li>Falta de mantenimiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mecheros obstruidos por desperdicios</li></ul>
MESA DE COLADA		Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"><li>Fallas en la sección de salida de la Mesa 1</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Paraliza el proceso</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.

#### Apéndice 4: Cuadro de fallas recurrentes en los equipos Envarillado de Ánodos Línea II

EQUIPO		SISTEMA	FALLAS FRECUENTES	REPERCUCIÓN/CONSECUENCIA
ROMPE CABOS	Rompe Cabo Nº 1	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Equipo descarrilado</li><li>▪ Parte de su estructura partida</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Densivel al romper el cabo.</li><li>▪ Parada del equipo.</li><li>▪ Mal funcionamiento del equipo.</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Manguera del cilindro hidráulico rota</li><li>▪ Fuga de agua en la manguera del sistema de enfriamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Motor recalentado por falta de compresión.</li><li>▪ Derramamiento de agua en el área de trabajo.</li><li>▪ Accidentes laborales.</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sensores rotos y desprendidos</li><li>▪ Botones del panel de control dañados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paraliza el equipo.</li><li>▪ Mal funcionamiento del proceso.</li><li>▪ Pérdida del control de arranque.</li><li>▪ Funcionamiento de forma manual.</li></ul>
	Rompe Cabo Nº 2	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Equipo descarrilado</li><li>▪ Cabo trancado en el equipo</li><li>▪ Parte de su estructura partida</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Densivel al romper el cabo.</li><li>▪ Tranca el quipo</li><li>▪ Mal funcionamiento del equipo</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Manguera hidráulica rota</li><li>▪ Fuga interna de aceite en el Gato Transportador</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Calentamiento del motor por falta de compresión.</li><li>▪ Parada del equipo</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sensores rotos</li><li>▪ Botones del panel de control dañados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paraliza el equipo</li><li>▪ Mal funcionamiento del proceso</li><li>▪ Pérdida del control de arranque</li></ul>
GRAFITADORA		Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en la sincronización del mojado de la varilla</li><li>▪ Nivel de densidad Solución Grafitadora no controlada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Colada adherida a las puntas de la varilla</li><li>▪ Varillas dañadas</li><li>▪ Capa de grafito en la varilla por debajo del nivel de especificación</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bote de Agua</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Derramamiento de líquido en el área de trabajo</li><li>▪ Accidentes laborales</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Corto circuito del suiche</li><li>▪ Relé dañado (dispositivo de control)</li><li>▪ Botón de encendido y apagado dañado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en el sistema eléctrico del equipo</li><li>▪ Pérdida de control de arranque</li><li>▪ Paraliza el equipo</li></ul>

Fuente: Elaboración propia.



#### Apéndice 4: Cuadro de fallas recurrentes en los equipos Envarillado de Ánodos Línea II

EQUIPO		SISTEMA	FALLAS FRECUENTES	REPERCUCIÓN/CONSECUENCIA
ROMPE COLADA	Rompe Colada Nº 1	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Estructura dañada</li><li>▪ Impactos de la varilla al equipo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mal funcionamiento del equipo</li><li>▪ Paralización del equipo</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fuga de aceite en la manguera hidráulica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Derramamiento de aceite en el área de trabajo</li><li>▪ Accidentes laborales</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de sensores</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en el funcionamiento del equipo</li></ul>
	Rompe Colada Nº 2	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Protector del cilindro rompedor roto.</li><li>▪ Riel de salida Doblado.</li><li>▪ Bajante trancado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Operaciones manuales</li><li>▪ Mal funcionamiento del equipo</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fuga en el cilindro hidráulico de traslación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en el funcionamiento del equipo.</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sensores dañados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en el sistema eléctrico</li></ul>
CALENTADOR DE YUGO		Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falta de mantenimiento</li><li>▪ Impacto de la varilla en la estructura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mecheros descuadrados</li></ul>
		Neumático	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Algunos quemadores no prenden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Retrasos en el proceso de secado</li><li>▪ Descontrol en el secado de la capa de grafito</li><li>▪ Choques térmicos en los hornos de inducción</li></ul>
ROCIADORA		Mecánico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas con el enderezador</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fallas en el proceso de rociado</li></ul>
		Hidráulico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Normalizar funcionamiento de la manguera</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bote o fuga hidráulica</li></ul>
		Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Normalizar el funcionamiento del empujador</li><li>▪ Sensores rotos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Falla en el control de arranque y recepción de señal en el equipo</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

#### Apéndice 4: Cuadro de fallas recurrentes en los equipos Envarillado de Ánodos Línea II

EQUIPO		SISTEMA	FALLAS FRECUENTES	REPERCUCIÓN/CONSECUENCIA
HORNO DE INDUCCIÓN	Horno de Inducción N°1	Mecánico	▪ Daño en el refractario a causa de excesivo tiempo con la colada líquida dentro.	▪ Poco tiempo de vida útil del refractario.
		Hidráulico	▪ Paralización de bomba bascular	▪ Fallas en el funcionamiento del equipo
		Neumático	▪ Colectores de vapor no succionan	
	Horno de Inducción N°2	Mecánico	▪ Carro trancado en plataforma rotativa	▪ No está operativo actualmente
		Neumático	▪ Empujador con agua en el sistema de aire	
		Eléctrico	▪ Sensores eléctricos rotos	
	Horno de Inducción N°3	Mecánico	▪ Daño en el refractario a causa de excesivo tiempo con la colada líquida dentro.	▪ Poco tiempo de vida útil del refractario
		Eléctrico	▪ Sensores rotos o flojos por vibración del equipo	▪ El equipo deja de recibir señal, para su funcionamiento eléctrico
MESA DE COLADA	Mesa de colada N°1	Mecánico	▪ Pinza 1 no funciona, engranaje dañado. ▪ Mesa de traslación se tranca	▪ Mal funcionamiento del proceso
		Hidráulico	▪ Fuga de aceite en el empujador	▪ Paraliza el equipo ▪ Mal funcionamiento de la operatividad
		Eléctrico	▪ Los sensores no coinciden con el traslado de la mesa ▪ Falla eléctrica en el volcador de crisoles	▪ Operaciones de forma manual ▪ Fallas en el proceso de Fundición Gris
		Neumático	▪ Entrada de agua a los cilindros de gas	▪ Fallas en el funcionamiento del equipo
	Mesa de colada N°2	Mecánico	▪ Pinzas no aprietan ▪ Pinzas descarriladas	▪ Mal funcionamiento del proceso
		Hidráulico	▪ Bote de aceite	▪ Derramamiento de líquido en el área de trabajo.
		Eléctrico	▪ Sensores rotos ▪ Falla eléctrica en la entrada de la vagoneta	▪ Fallas en la recepción de señales.

## Apéndice 5: Estudio de disponibilidad de los Equipos en Envarillado de Ánodos Diciembre 2014

Descripción del Equipo	Falla	Fecha	Duración parada (h)	Tiempo acumulado (h)
<b>Cadenas aéreas</b>				
Cadena R1 Línea 2	Balanza del cilindro descalibrado	02/12/2014	1,07	1,07
	Cilindro desacoplado	24/12/2014	0,39	1,46
	Cadena partida.	25/12/2014	0,38	1,84
	Sensor desprendido en compensador de la cadena	29/12/2014	0,40	<b>2,24</b>
Cadena R2 Línea 2	Track swith desprendido	08/12/2014	4,13	4,13
	Carro porta varilla trancado.	08/12/2014	0,62	4,75
	Curva de rodillo dañada	09/12/2014	6,83	11,58
	Tornillo partido	18/12/2014	1,08	12,66
	Curva de rodillo desprendida.	23/12/2014	8,00	20,66
	Curva de rodillo desprendida.	24/12/2014	7,73	<b>28,39</b>
Cadena R3 Línea 2	Carro porta varilla trancado.	16/12/2014	0,50	0,50
	Sensor desprendido	31/12/2014	0,64	1,14
	Carro porta varilla trancado.	31/12/2014	0,58	<b>1,72</b>
<b>Rompedora de Cabo</b>				
Rompe Cabo 1 L/2	Falla hidráulica	02/12/2014	0,72	<b>0,72</b>
Rompe Cabo 2 L/1	Perdida de ciclo en el equipo	23/12/2014	0,38	<b>1,1</b>
Rompe Cabo 1 L/1	Sistema de control bloqueado	27/12/2014	0,33	<b>1,43</b>

**Fuente:** Departamento Ingeniería de mantenimiento.

Descripción del Equipo	Falla	Fecha	Duración parada (h)	Tiempo acumulado (h)
<b>Rompedora de Colada</b>				
Rompe Colada 2 Línea 2	Sensor dañado.	05/12/2014	1,35	1,35
	Estructura bajante rompedor desprendido.	17/12/2014	1,62	<b>2,97</b>
<b>Grafitadora</b>				
Grafitadora Línea 1	Perdida de ciclo	25/12/2014	0,32	<b>0,32</b>
<b>Calentador de Yugo</b>				
Calentador de Yugo Línea 1	Fatiga en la soldadura. L/1	25/12/2014	25,12	<b>25,12</b>
<b>Mesa de Colada</b>				
Mesa1 Línea 1	Carro trancado.	25/12/2014	1,08	1,08
Mesa 1 Línea 2	Sensor fuera de posición.	25/12/2014	0,23	0,23
	Sensor dañado.	29/12/2014	0,38	<b>0,61</b>
<b>Hornos de Inducción</b>				
Horno de Inducción #3	Refractario deteriorado. Horno 3	09/12/2014	6,75	6,75
	Horno para sintetizado. Horno 3	10/12/2014	1,08	7,83
	Refractario deteriorado.	29/12/2014	7,67	<b>15,5</b>
Horno de Inducción #1	Refractario deteriorado.	16/12/2014	7,67	<b>7,67</b>
<b>Rociadora de Ánodos</b>				
Sensor del girador dañado		04/12/2014	1,10	1,10
Girador con pasador trancado		25/12/2014	0,60	<b>1,70</b>

**Fuente:** Departamento Ingeniería de mantenimiento.

## Apéndice 6: Disponibilidad de los Equipos de Envarillado

Equipo	Disponibilidad (%)
Cadena aérea R1 L2	98,78
Cadena aérea R2 L/2	84,57
Cadena aérea R3 L/3	99,06
Rompedora de Cabo1 L/2	99,60
Rompedora de Cabo2 L/1	99,40
Rompedora de Cabo1 L/1	99,22
Rompedora de Colada2 L/2	98,38
Grafitadora L/1	99,82
Calentador de Yugo L/1	86,34
Mesa de Colada1 L/1	99,41
Mesa de Colada1 L/2	99,66
Hornos de Inducción#3	91,57
Hornos de Inducción#1	95,83
Rociadora	99,07

Fuente: Elaboración propia

## Apéndice 7: Comparación de la F.L.A y el R.A.P

### Departamento de Operaciones de Envarillado

Cargo	F.L.A.	R.A.P.
Jefe de Departamento	1	1
Asistente técnico Prod.	1	1
Auxiliares de Operaciones	5	2
Operadores integrales	113	110
Operadores de equipos móviles	44	41
Supervisores de envarillado	8	8
Supervisores generales	4	4

Fuente: Departamento de Operaciones de Envarillado

### Departamento de Mantenimiento de Envarillado

Cargo	F.L.A.	R.A.P.
Jefe de Departamento	1	1
Asistente técnico	1	1
Supervisor General de Matto.	2	2
Supervisor Tur. Matto.	4	5
Supervisor mantenimiento	4	3
Electricistas de mantenimiento	20	23
Lubricadores Industriales	2	5
Técnico de mantenimiento	22	18
Mecánicos de mantenimiento	36	47
Soldadores	11	13

Fuente: Departamento de Mantenimiento de Envarillado

### Departamento de Varillas y Refractarios

Cargo	F.L.A.	R.A.P.
Jefe de Departamento	1	1
Supervisor Tur. varillas	2	2
Supervisor refractarios	2	1
Técnico mantenimiento	3	1
Almacenista	1	1
Operadores integrales varilla	13	12
Operadores equipo móvil ind.	7	6
Albañiles refractarios	24	22
Soldadores	15	14

Fuente: Departamento de Varillas y Refractarios

### Apéndice 8: Diferencia entre la F.L.A y el R.A.P

#### Departamento de Operaciones de Envarillado

Departamento	% de diferencia entre la F.L.A y el R.A.P
Jefe de Departamento	0 %
Asistente técnico	0%
Auxiliares de Operaciones	60%
Operadores integrales	2,65%
Operadores de equipos móviles	6,81%
Supervisores de envarillado	0%
Supervisores generales	0%

Fuente: Elaboración propia

### Departamento de Mantenimiento de Envarillado

Departamento	% de diferencia entre la F.L.A y el R.A.P
Jefe de Departamento	0%
Asistente técnico	0%
Supervisor General de Matto.	0%
Supervisor Tur. Matto.	-25%
Supervisor mantenimiento	25%
Electricistas de mantenimiento	-15%
Lubricadores Industriales	-150%
Técnico de mantenimiento	18,18%
Mecánicos de mantenimiento	-30;55
Soldadores	-18,18%

Fuente: Elaboración propia

### Departamento de Varillas y Refractarios

Departamento	% de diferencia entre la F.L.A y el R.A.P
Jefe de Departamento	0%
Supervisor Tur. varillas	0%
Supervisor refractarios	50%
Técnico mantenimiento	66,66%
Almacenista	0%
Operadores integrales varilla	7,69%
Operadores equipo móvil ind.	14,28%
Albañiles refractarios	8,33%
Soldadores	6.66%

Fuente: Elaboración propia

**Apéndice 9:** Inasistencia del Personal en el Área de Envarillado durante  
Noviembre – Diciembre del 2014

<b>Fecha</b>	<b>Nº Total de trabajadores por turno</b>	<b>Nº de Inasistencias</b>	<b>Inasistencia (%)</b>
10/11/2014	44	23	52,27%
11/11/2014	38	10	26,31%
12/11/2014	38	14	36,83%
13/11/2014	38	14	36,84%
14/11/2014	38	10	26,31%
17/11/2014	38	17	44,73%
18/11/2014	42	24	57,14%
19/11/2014	42	21	50,00%
20/11/2014	42	23	54,76%
21/11/2014	42	21	50,00%
24/11/2014	43	14	34,88%
25/11/2014	43	18	41,86%
26/11/2014	43	12	27,90%
27/11/2014	43	14	34,88%
28/11/2014	43	13	30,23%
01/12/2014	42	19	44,18%
02/12/2014	43	19	44,18%
03/12/2014	43	19	44,18%
04/12/2014	43	24	55,81%
05/12/2014	43	19	44,18%

**Fuente de Datos:** Departamento de Operaciones de Envarillado

**Fuente de cálculos:** Elaboración propia



## Apéndice 10: Inasistencia del Personal en el Área de Varillas y Refractarios

Fecha	Nº Total de trabajadores por turno	Nº de Inasistencias	Inasistencia (%)
07/11/2014	9	3	33,33%
10/11/2014	9	3	33,33%
11/11/2014	9	3	33,33%
12/11/2014	9	4	44,44%
13/11/2014	9	4	44,44%
14/11/2014	9	4	44,44%
17/11/2014	9	4	44,44%
18/11/2014	9	5	55,55%
19/11/2014	9	3	33,33%
20/11/2014	9	3	33,33%
21/11/2014	9	4	44,44%
24/11/2014	9	4	44,44%
25/11/2014	9	6	66,66%
26/11/2014	9	5	55,55%
27/11/2014	9	4	44,44%
28/11/2014	9	4	44,44%
01/12/2014	9	4	44,44%
02/12/2014	9	4	44,44%
03/12/2014	9	5	55,55%
04/12/2014	9	4	44,44%
05/12/2014	9	4	44,44%

**Fuente de Datos:** Departamento de Varillas

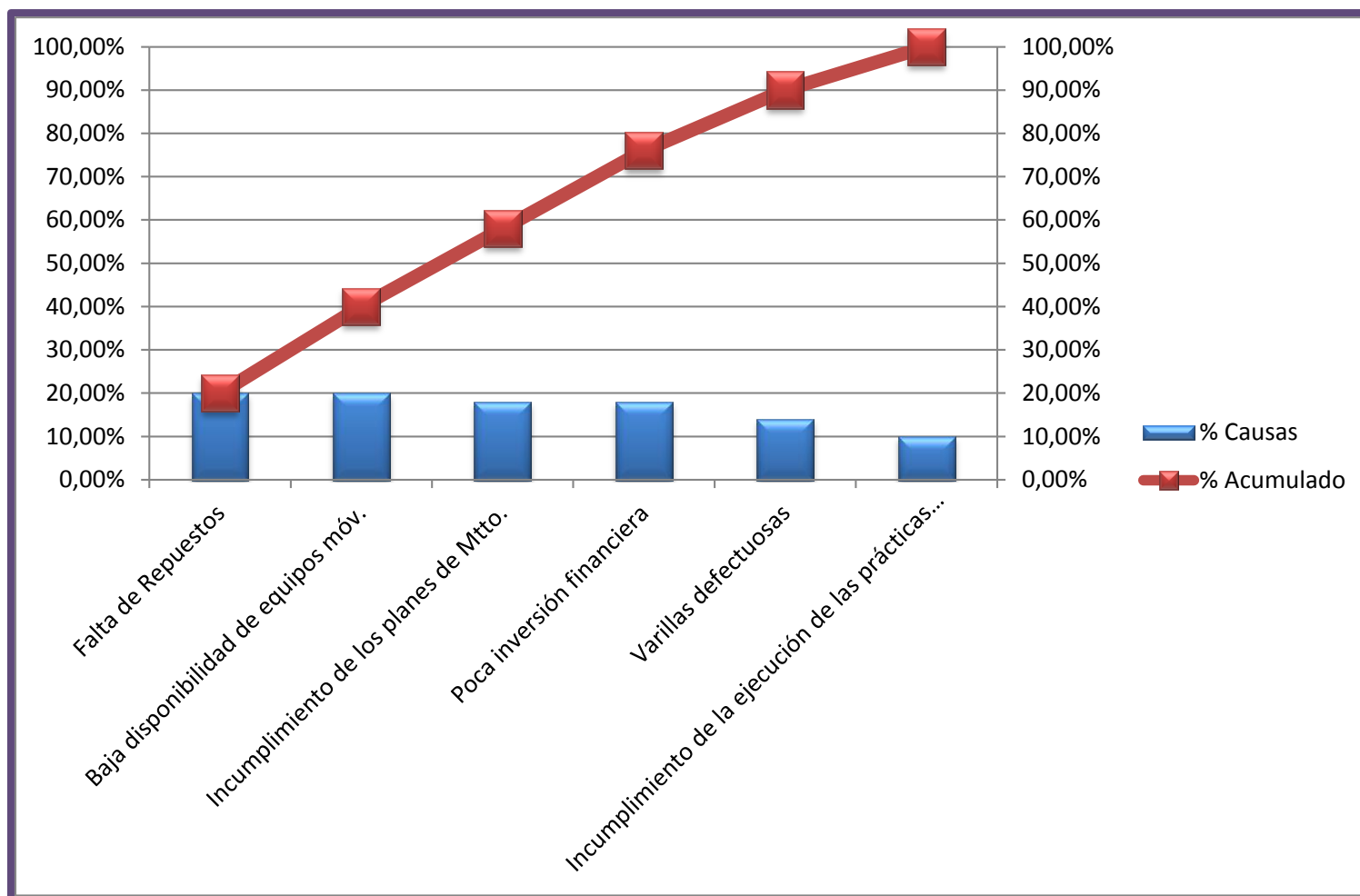
**Fuente de cálculos:** Elaboración propia

**Apéndice 11:** Déficit de la Producción de ánodos envarillados  
comprendida entre los año 2010 -2014

Mes	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Año 2014
<b>Enero</b>	12.040	11.558	8.056	6.818	7.624
<b>Febrero</b>	10.513	10.428	9.747	6.337	6.912
<b>Marzo</b>	10.575	11.209	7.837	7.179	7.605
<b>Abril</b>	10.117	11.798	7.171	6.945	8.012
<b>Mayo</b>	9.548	9.287	5.058	5.904	6.442
<b>Junio</b>	9.595	11.646	6.373	6.736	6.491
<b>Julio</b>	9.825	10.533	3.118	6.481	7.422
<b>Agosto</b>	10.446	10.729	6.190	5.868	6.881
<b>Septiembre</b>	10.514	11.019	6.218	6.205	6.549
<b>Octubre</b>	10.551	8.822	6.584	6.498	7.196
<b>Noviembre</b>	11.359	8.747	6.974	7.092	6.231
<b>Diciembre</b>	11.117	9.144	6.176	7.678	6.556
<b>TOTAL</b>	126.200	124.920	79.502	79.741	<b>83.921</b>

**Fuente:** Departamento de Envarillado de Ánodos

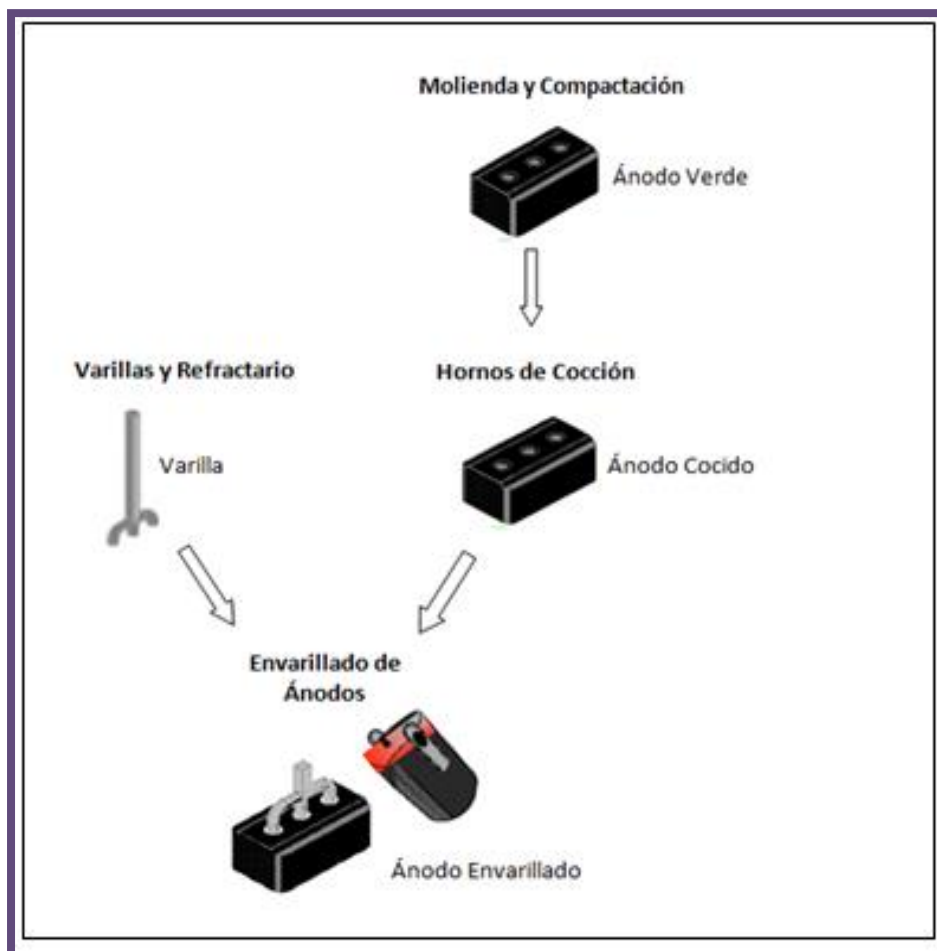
**Apéndice 12:** Diagrama de Pareto de las Causas que intervienen en el Problema.



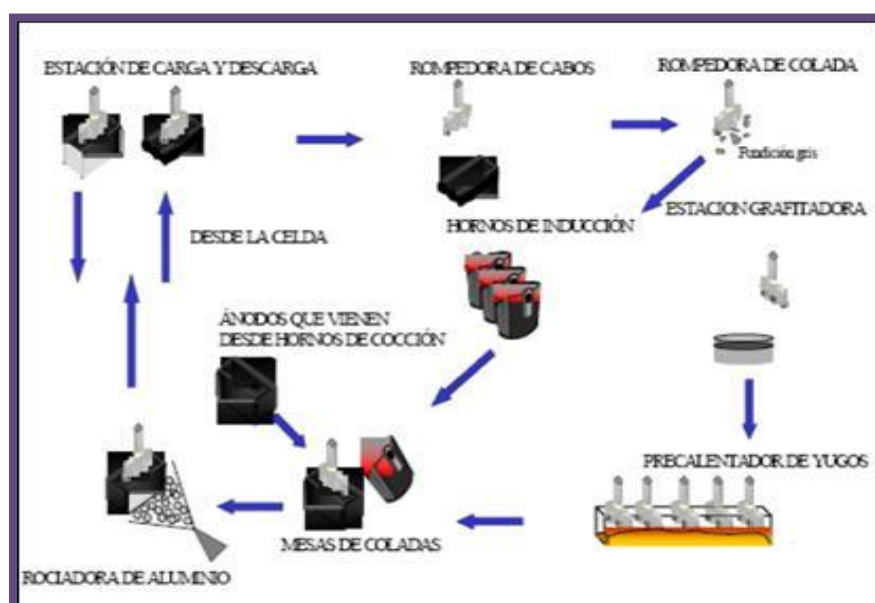
Fuente: Elaboración propia

## **ANEXOS**

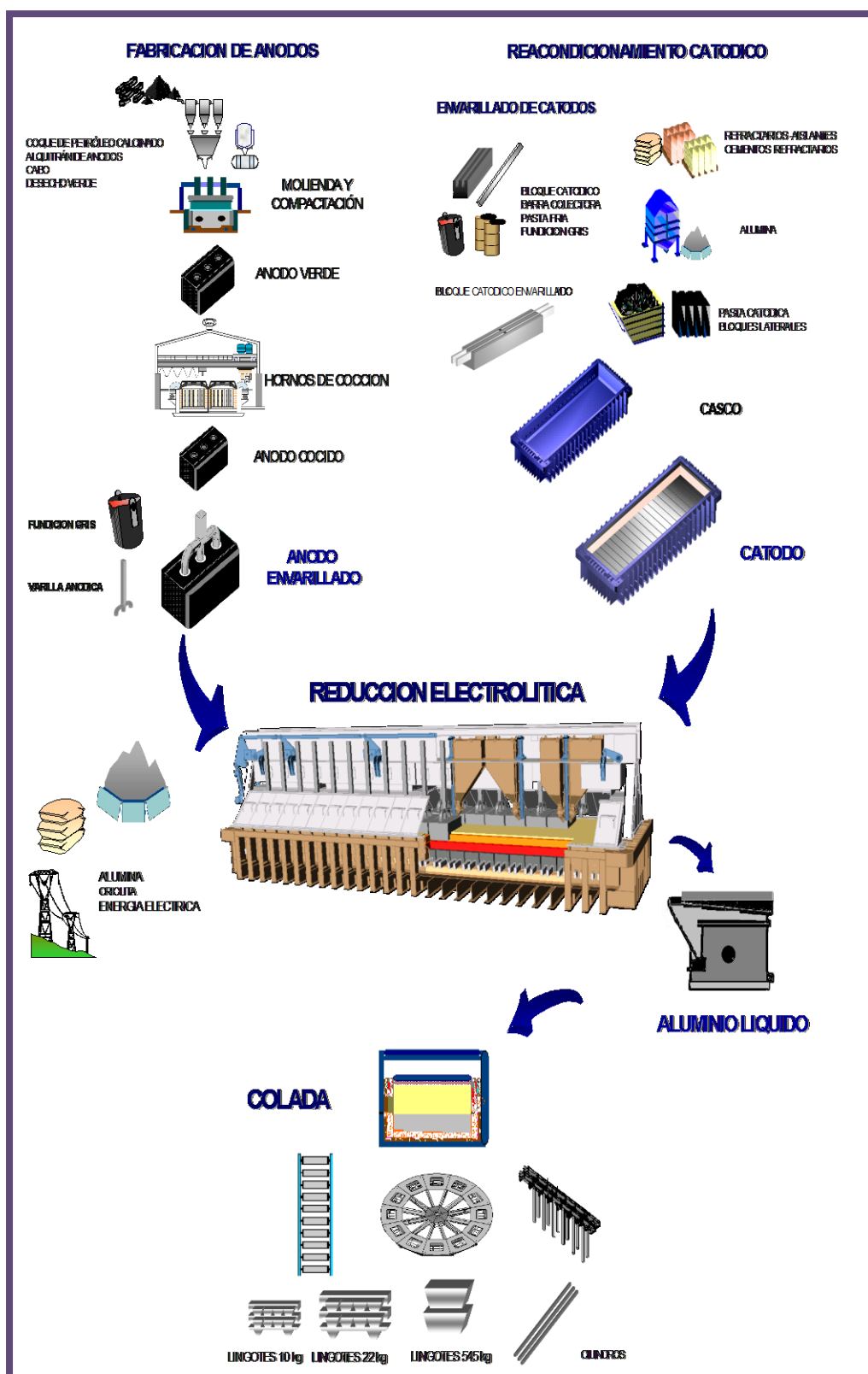
## Anexo 1: Ciclo del Suministro de Insumos a Envarillado



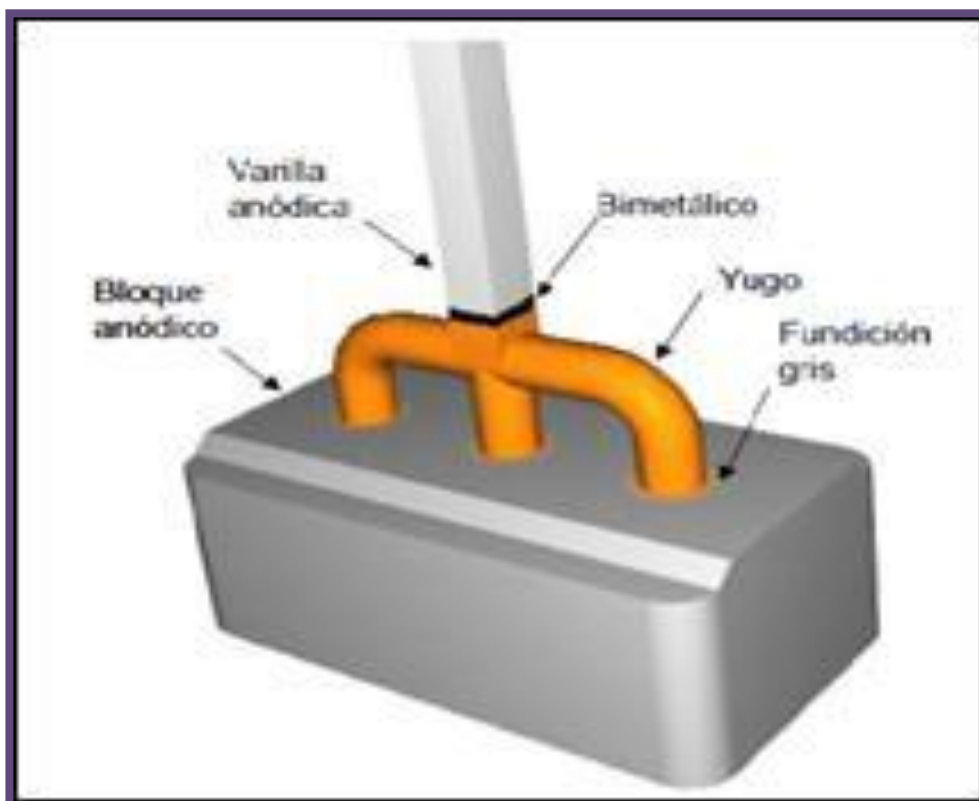
## Anexo 2: Proceso Productivo de la Sala de Envarillado



### Anexo 3: Proceso Productivo de CVG VENALUM



#### Anexo 4: Ánodo Envarillado



#### Anexo 5: Ánodo Negro Envarillado de CVG VENALUM





## Anexo 6: Ánodo Rociado Negro de CVG VENALUM



## Anexo 7: Equipo Rompedora de Cabo2 de Línea II





**Anexo 8:** Equipo Grafitadora de Línea II



**Anexo 9:** Estación Calentador de Yugo de Línea II



## Anexo 10: Estación de Rociado de Línea II



## Anexo 11: Varilla anódica en mal Estado

