



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

**ACTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TRABAJO DE
RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO (RBE-O-002)
ASOCIADA AL DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE
BAÑO ELECTROLÍTICO DE CVG VENALUM**

Autora: Bonyorni María
C.I. 20.035.601

CIUDAD GUAYANA, ENERO DE 2012

**ACTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TRABAJO DE
RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO (RBE-O-002)
ASOCIADA AL DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE
BAÑO ELECTROLÍTICO DE CVG VENALUM**

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

Bonyorni Arraiz, María Carolina

**ACTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TRABAJO DE
RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO (RBE-O-002)
ASOCIADA AL DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE
BAÑO ELECTROLÍTICO DE CVG VENALUM**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial como requisito académico para aprobar la práctica profesional.

**MSc. Ing. Iván Turmero
TUTOR ACADÉMICO**

**TSU Pedro Beltrán
TUTOR INDUSTRIAL**

Cuidad Guayana, Enero de 2012

Bonyorni Arraiz, María Carolina

Actualización de la Práctica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) asociada al Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de CVG Venalum

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: TSU Pedro Beltrán

Puerto Ordaz, Enero de 2012

CAPITULOS: I. El Problema.
II. Generalidades de la Empresa
III. Marco Teórico.
IV. Marco Metodológico
V. Situación Actual
VI. Resultados



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

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, los Tutores Académicos e Industrial designados para examinar el informe de práctica profesional por la **Br. María C. Bonyorni A**, portadora de la cedula de identidad No. **20.035.601**, titulado “**Actualización de la Práctica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) asociada al Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G Venalum**”, consideramos que dicho trabajo cumple con los requerimientos exigidos y por lo tanto lo declaramos **APROBADO**.

MSc. Ing. Iván Turmero
TUTOR ACADÉMICO

TSU Pedro Beltrán
TUTOR INDUSTRIAL

Ciudad Guayana, Enero de 2012

AGRADECIMIENTO

A Dios, principalmente a ti por siempre estar ahí cuidándome y guiándome por el buen camino.

A mi Madre Rosa Carolina Arraiz, por ser una mujer luchadora que con su dedicación y su confianza en mí ha logrado lo que soy hoy, además de ser mi modelo a seguir.

A mis familiares en Valencia, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. Luis Guzmán, por su apoyo y ayuda para que la culminación y entrega del trabajo fuera exitosa, así como por la confianza depositada en mí y mis capacidades.

Al MSc. Ing. Iván Turmero, tutor académico, por apoyarme y aconsejarme en esta etapa de mi vida.

Al TSU Pedro Beltrán, tutor Industrial, por brindarme la oportunidad de culminar mi práctica profesional, por su asesoramiento y confianza proporcionada.

A todos los profesores, por ser parte integral en mi crecimiento académico y por todo el apoyo brindado.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en mi formación

Gracias...



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

**ACTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TRABAJO DE
RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO (RBE-O-002)
ASOCIADA AL DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE
BAÑO ELECTROLÍTICO DE CVG VENALUM**

Autora: Br. Bonyorni A. María C.

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: TSU Pedro Beltrán

Fecha: ENERO 2012

RESUMEN

El presente informe estuvo dirigido a la revisión de la Práctica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico de la empresa C.V.G. Venalum, con la finalidad de actualizar la información de la misma, la cual permitirá la ejecución de las actividades de manera eficiente. La investigación se realizó mediante un estudio descriptivo-aplicado, donde se registraron, analizaron e interpretaron de forma precisa y sencilla las operaciones que ejercen los operadores, de la misma forma fue de tipo no experimental de campo donde gran parte de la información se recabó a través de la observación directa y entrevistas no estructuradas realizadas al personal del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico. Se hizo un análisis cualitativo, dado que, mediante la descripción y tabulación se establecieron las mejoras del procedimiento.

Palabras Claves:

Práctica de trabajo, Baño Electrolítico, Recuperación, Política de Calidad y Ambiente

Ciudad Guayana, Enero de 2012

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Objetivo General	5
1.3 Objetivos Específicos	5
1.4 Justificación	6
1.5 Delimitación	7
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	
2.1 Breve Reseña Histórica de CVG Venalum	8
2.2 Breve Descripción de la empresa	10
2.3 Misión	10
2.4 Visión	10
2.5 Estructura Organizativa de CVG Venalum	11
2.6 Proceso Producto de CVG Venalum	11
2.7 Política de Calidad y Ambiente	13
2.8 Objetivos de la Política de Calidad y Ambiente	14
	14
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	
3.1 Práctica de Trabajo	15
3.2 Desarrollo de las Prácticas de Trabajo	15
3.3 Canaleta	18
3.4 Cangilón	18
3.5 Criba	18
3.6 Desviador	18
3.7 Estación de Baño	19
3.8 Fase Densa	19
3.9 Molino de Impacto	19
3.10 Molino de Rodillos	19
3.11 Separador Magnético	19

3.12 Transporte Neumático	20
3.13 Tubo Vibratorio	20
3.14 Vasijas de Presión	20
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	
4.1 Tipo de Investigación	21
4.2 Población y Muestra	22
4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	22
4.4 Procedimiento de la Investigación	24
4.5 Procesamiento de la Investigación	26
CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL	
5.1 Descripción del Área de Pasantía	28
5.2 Misión del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico	28
5.3 Filosofía del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico	29
5.4 Trabajo Asignado	29
5.5 Descripción del Proceso	29
5.6 Situación Actual de la Práctica de Trabajo	30
CAPÍTULO VI: RESULTADOS	
6.1 Análisis de Resultados	31
6.2 Práctica de Trabajo	34
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
Apéndice A: Vista de la estación de Recuperación de Baño Complejo I y II	49
Apéndice B: Equipos del Circuito de Baño	50

ÍNDICE DE CUADROS

Formato 1. Práctica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002)	27
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizativa de C.V.G. Venalum	11
Figura 2. Ubicación Geográfica C.V.G. Venalum	12
Figura 3. Proceso Productivo de C.V.G. Venalum	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, herramientas y equipos	26
Tabla 2. Listado de códigos de las hojas de datos de seguridad de los materiales (HDSM)	26
Tabla 3. Grupos en Estaciones de Baño	27

INTRODUCCIÓN

La Industria Venezolana del Aluminio C.V.G Venalum fue creada con la finalidad de producir aluminio primario para abastecer el mercado nacional y exportar una parte de sus productos; la producción se lleva a cabo a través de un proceso de reducción que se realiza por medio del empleo de celdas electrolíticas.

Estas celdas utilizan un cátodo y un ánodo para la realización de la reducción electrolítica, así como un suministro continuo de baño electrolítico frío proveniente del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de la empresa, el cual para la recuperación de dicho baño electrolítico cumple con una serie de actividades establecidas en la práctica de trabajo del Departamento. El cumplimiento de esta práctica permite garantizar el suministro oportuno del baño electrolítico frío al proceso de servicios a reducción, así como la disminución de problemas y errores durante la producción, tanto en el manejo de los equipos, medidas de seguridad del personal y en el caso de especificaciones de calidad, como por ejemplo que el baño electrolítico debe tener una dimensión menor a 2.36mm.

No obstante, la práctica de trabajo referida a la Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) se encuentra desactualizada con lo cual se incumple con la Política de Calidad y Ambiente de C.V.G Venalum. La principal estrategia con la que se asumió el trabajo fue la observación del procedimiento de trabajo en el área y la revisión y actualización de la práctica de trabajo RBE-O-002. La realización de la presente investigación trasciende el hecho que toda empresa debe contar con prácticas de trabajo actuales con el día a día de la labor, para obtener la producción requerida

garantizando una excelente calidad y cumpliendo con los parámetros de producción establecidos.

Este informe se encuentra estructurado por capítulos y está conformado por seis (6). En el capítulo I se formula y describe el problema de investigación, se delimita la misma, se definen el Objetivo General y los Objetivos Específicos y se justifica la realización de la investigación. En el capítulo II se definen todas las generalidades de la empresa, sus procesos, su misión, visión, estructura organizativa y políticas. En el capítulo III se presentan todas las bases teóricas empleadas en el desarrollo del estudio. En el capítulo IV se plantea la metodología utilizada, el tipo de investigación, población y muestra, los instrumentos y técnicas de recolección de datos, así como el cronograma de actividades y procesamiento de la información. En el capítulo V se fundamenta el diagnóstico de la situación actual del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de la empresa en estudio. En el capítulo VI se realiza la presentación, descripción y discusión de los resultados obtenidos y finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente las empresas siempre están en la búsqueda de la actualización y mejora continua de sus procesos y C.V.G. Venalum no es excepción de ello, pues cuenta con un sistema de gestión de calidad basado en una política de calidad y ambiente que apoya fielmente la mejora continua de sus procesos, cumpliendo y estando certificados con la norma ISO 9001-2000, día a día C.V.G. Venalum busca ser la empresa líder en producción y comercialización de aluminio primario.

Para el desarrollo de su proceso productivo C.V.G. Venalum cuenta con la Gerencia General de planta, la cual a su vez se subdivide en 7 gerencias: Gerencia de Reducción, Gerencia de Colada, Gerencia de Carbón, Gerencia de Mantenimiento Industrial, Gerencia de Suministros Industriales y la Gerencia de Control de Calidad y Procesos. En la Gerencia de Carbón se encuentra el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico adscrito a la Superintendencia de Envarillado, el cual se encarga de asegurar la ejecución y control de las operaciones de limpieza de cabos y recuperación y procesamiento de baño electrolítico, a fin de suministrar los cabos limpios al área de Envarillado de Ánodos y el baño electrolítico molido al área de Servicios a Celdas para su reincorporación al proceso electrolítico de las mismas.

Para ello en dicho departamento se cuenta con 4 prácticas de trabajo que deben ser ejecutadas en el área por parte de los operadores, para el desarrollo y logro de los fines del departamento; las cuales son básicamente: Limpieza de Cabos (RBE-O-001), Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002), Carga y Descarga de Cabos (RBE-O-003) y Recepción, Manejo y Molienda del Baño Electrolítico en el Molino Autógeno (RBE-O-004).

De las cuales la práctica de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) engloba como tal la función principal que desempeña el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico que se basa en la molienda según unas especificaciones establecidas del baño electrolítico proveniente de cabos sucios y de la recuperación de sótanos, cubas y desnate de celdas.

No obstante, se han detectado irregularidades en cuanto al cumplimiento de dicha práctica, debido a la desactualización de la práctica de trabajo con que cuenta el departamento, la cual no se revisa desde el 2007, con lo que se incumple con la Política de Calidad y Ambiente de C.V.G Venalum la cual se fundamenta en la mejora continua de los procesos mediante la innovación y perfeccionamiento de los mismos. Esta desactualización de la práctica de trabajo ha traído como consecuencia la existencia de no conformidades durante las auditorías internas realizadas al Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico.

Así como la no inclusión de actividades de mano de obra, en este caso operadores de equipos móviles, en el manual de la práctica de trabajo; igualmente se ha presentado la no aplicación de la práctica de trabajo por parte de los trabajadores, lo que ha llevado a que éstos ejecuten sus actividades de una manera más personal, no cumpliendo con ciertas actividades de seguridad de funcionamiento de la planta y de operación de

los equipos; otro hecho que se ha podido evidenciar con esta desactualización es la no inclusión de nuevos equipos al sistema, como por ejemplo los separadores magnéticos de la criba 9.67.

De continuar esta situación, se originarán problemas cada vez mayores como reproceso por problemas con el cumplimiento de las actividades de trabajo, no logrando los niveles de calidad requeridos en el producto, incumplimientos en el suministro oportuno de baño electrolítico al proceso de Servicios a Reducción y altos costos en mantenimiento por daño de los equipos, debido a la incorrecta manipulación de éstos.

1.2 Objetivo General

Actualizar la práctica de trabajo: Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) asociada al Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G. Venalum.

1.3 Objetivos Específicos

- Revisar la práctica de trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) con que cuenta actualmente el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G. Venalum.
- Realizar entrevistas a los supervisores, controladores y operadores para el conocimiento de las actividades que se realizan en el área para el cumplimiento de la práctica.
- Verificar mediante visitas al área de trabajo y el empleo de la observación directa, la manera en la que se desarrollan las actividades y el cumplimiento de las mismas.

- Aplicar técnicas y procedimientos de la ingeniería de métodos a los diferentes procesos que se desarrollan en el departamento en relación a la recuperación de baño electrolítico, con la finalidad de establecer las actuales deficiencias de la práctica de trabajo y las mejoras de la misma.

1.4 Justificación o Importancia

La práctica de trabajo referente a la Recuperación de Baño Electrolítico con que cuenta el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico actualmente se encuentra desactualizada, las actividades se realizan de una manera empírica y sin tener en consideración las medidas de seguridad necesarias.

El conocimiento de las actividades a realizar para el logro de los objetivos del departamento es de vital importancia, igualmente el hecho que los operadores conozcan las medidas de seguridad y manejo de la planta evita accidentes laborales, daños a los equipos y el retrabajos por fallos en las especificaciones del baño electrolítico frío enviado.

Por ende el desarrollo del proyecto es necesario, dado que con este aporte el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico, puede optimizar y normalizar la ejecución de las actividades mediante una guía escrita, dónde se describen los procesos de una forma detallada y sobre todo de manera segura para los empleados.

Igualmente la actualización de dicha práctica de trabajo servirá como base teórica para futuras investigaciones asociadas al tema.

1.5 Delimitaciones o Alcance

Este estudio se realizará en las instalaciones de la empresa C.V.G. Venalum con alcance al personal del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico. El estudio se enfoca en la actualización de la práctica de trabajo RBE-O-002 realizada en el departamento en cuestión y que está relacionada con la Recuperación de Baño Electrolítico.

Se llevará a cabo a través de inspección, verificación y observación de las actividades ejecutadas por operadores del departamento, esta información será obtenida mediante entrevistas a los supervisores, controladores y operadores y a través de la observación directa del proceso. La presente investigación abarcará la revisión del procedimiento y práctica de trabajo del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico, a manera de examinar el cumplimiento de los mismos, verificando así la eficacia de los operadores en el desempeño de sus funciones.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

El presente capítulo presenta una descripción general de la Industria Venezolana de Aluminio (C.V.G VENALUM), donde se manifiestan las actividades que realiza, su misión, visión, objetivos y estructura organizativa, entre otros.

2.1 Breve reseña histórica de C.V.G VENALUM.

La Industria Venezolana del Aluminio, C. A. se encuentra adscrita al Ministerio de Industrias Básicas y Minería (MIBAM), y a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), es de capital mixto y por su condición jurídica es una Compañía Anónima.

C.V.G 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 Showa Denko 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.

En 1974 se decide la ampliación de capacidad a 280.000 t/año. En 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. Y para el 27 de enero de 1978 comienza la producción de aluminio primario con la puesta en marcha de la primera celda reducción.

En 1985, se empieza a construir un 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.

En 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. Para enero de 2004 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.

En Diciembre de 2009 a Enero de 2010, se inicia la desincorporación de 391 celdas motivado al Plan Energético Nacional. En Julio de 2010 el ejecutivo nacional a solicitud de C.V.G Venalum autorizó el suministro progresivo de energía por orden de los 12Mw/meses iniciándose a partir de ese momento la implantación del plan normalización de la capacidad instalada (instalación de las 391 celdas que estaban fuera de servicio). En la actualidad la planta cuenta con una capacidad instalada de 905 celdas para una producción anual de 430.000 t/año.

2.2 Breve descripción de la empresa.

La empresa C.V.G VENALUM se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio). Este proceso de producir aluminio se realiza en celdas electrolíticas.

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

2.3 Misión.

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

2.4 Visión.

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

2.5 Estructura Organizativa de C.V.G. Venalum.

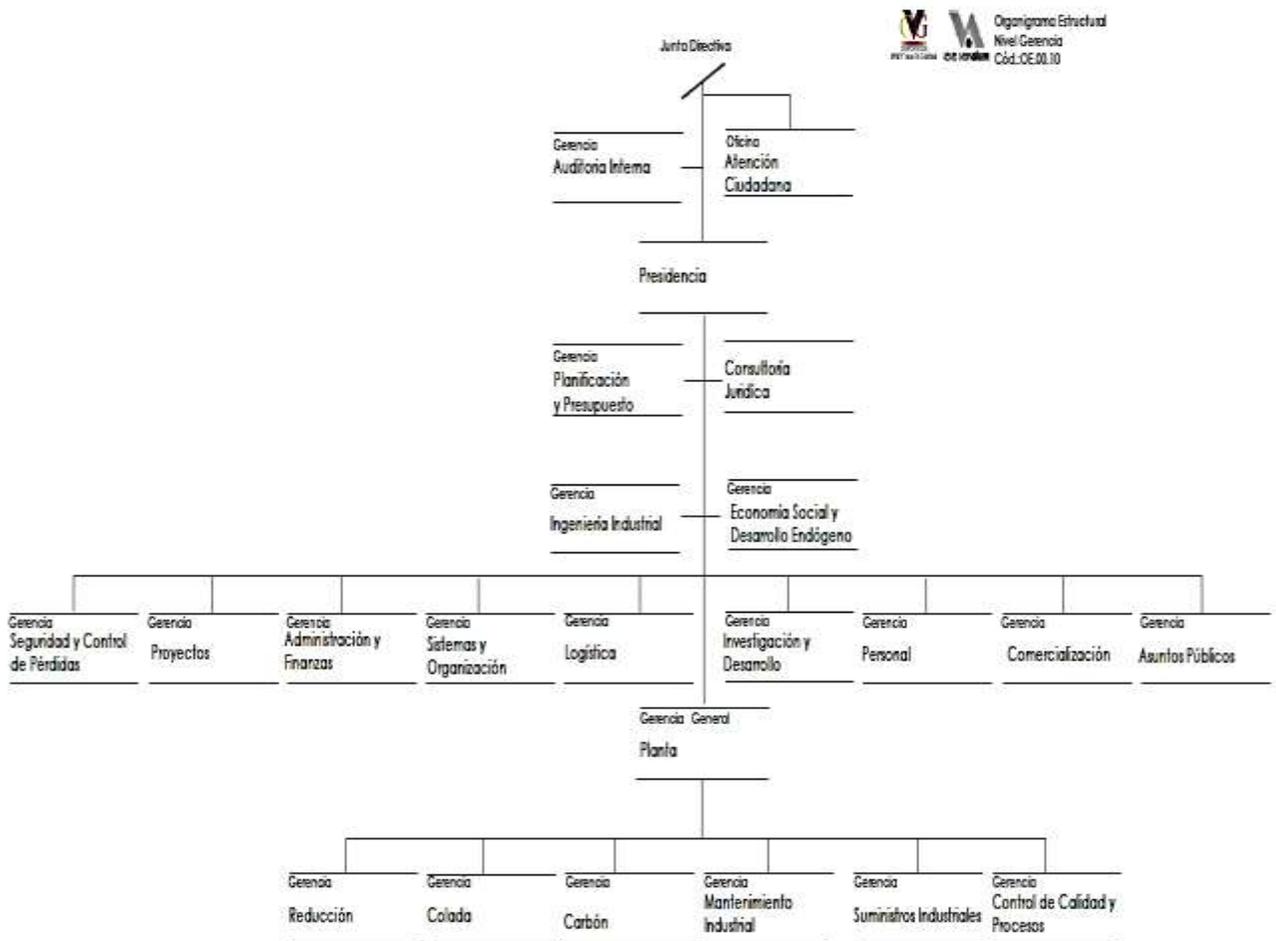


Fig. 1 Estructura Organizativa de C.V.G. Venalum
Fuente: Manual de Inducción de C.V.G. Venalum (2011)

2.6 Ubicación Geográfica.

C.V.G. VENALUM está ubicada en la zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, urbe creada por decreto presidencial el 2 de Julio de 1961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix. **(Ver figura 2)**

La escogencia de la zona de Guayana, como sede de la gran industria del aluminio, no obedece a razones fortuitas:

- Integrada por los Estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazonas, esta zona geográfica ubicada al sur del Río Orinoco y cuya porción de 448.000Km² ocupa exactamente la mitad de Venezuela, reúne innumerables recursos naturales.
- El agua constituye el recurso básico por excelencia en la región guayanesa, regada por los ríos más caudalosos del país, como el Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros.
- La presa “Raúl Leóni” en Gurí, con una capacidad generadora de 10 millones de Kw, es una de las plantas hidroeléctricas de mayor potencia instalada en el mundo, y su energía es requerida por las empresas de Guayana, para la producción de acero, alúmina, aluminio, mineral de hierro y ferro silicio.
- La navegación a través del Río Orinoco en barcos de gran calado en una distancia aproximada de 184 millas náuticas (314 Km) hasta el Mar Caribe.
- Todos estos privilegios y virtudes habidos en la región de Guayana, determinan su notable independencia en materia de insumos y un alto grado de integración vertical en el proceso de producción de aluminio.



Fig. 2 Ubicación Geográfica C.V.G. Venalum
 Fuente/ www.googleearth.com (2011)

2.7 Proceso Productivo de C.V.G. Venalum.

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 un fuente externa, la cual circula desde un ánodo o polo positivo hacia un cátodo o polo negativo. El oxígeno se combina con el carbono contenido en el ánodo y forma gas carbónico el cual se libera, mientras que el aluminio se precipita y se deposita en el cátodo en estado líquido. En conclusión, se tiene entonces, que mediante obtienen como resultado aluminio en estado líquido. (Ver figura 3)

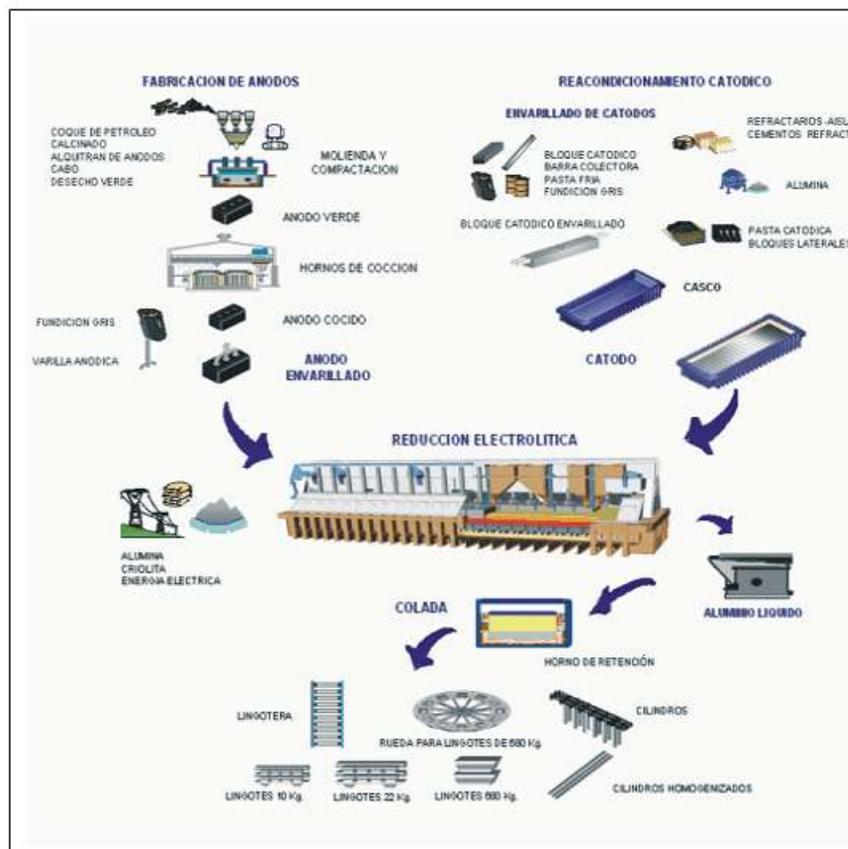


Fig. 3 Proceso productivo de C.V.G. Venalum

Fuente: <http://www.venalum.gob.ve/webapp/aplicaciones/extranet2/> (2011)

2.8 Política de Calidad y Ambiente.

C.V.G Venalum, con la participación de sus trabajadores y proveedores, produce, comercializa aluminio y mejora de forma continua su sistema de gestión, comprometiéndose a:

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

2.9 Objetivos de la Política de Calidad y Ambiente.

- ✓ Garantizar satisfacción de clientes y asegurar el cumplimiento de sus expectativas.
- ✓ Garantizar el sistema de gestión a través de mantenimiento y la mejora continua.
- ✓ Garantizar trabajadores capacitados y motivados que laboren en condiciones seguras.
- ✓ Promover la consolidación de proveedores corresponsables.
- ✓ Adecuar la empresa a las regulaciones ambientales vigentes para contribuir a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y las comunidades de su entorno.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Prácticas de trabajo

Según las Normas y Procedimientos de prácticas de Trabajo de C.V.G. VENALUM Código 09.03-14. “Documentos que comprenden la estandarización de las tareas o actividades realizadas por el trabajador y que son inherentes al proceso de la Unidad”.

3.2 Desarrollo de prácticas de trabajo

I. Objetivo: Estandarizar el conjunto de actividades o tareas que los trabajadores deben realizar para la ejecución de un proceso.

II. Funciones: Determinar la necesidad de la elaboración de la Práctica de Trabajo.

- Emisión, recepción, registro y análisis de la solicitud.
- Elaboración y aprobación de la Práctica de Trabajo.
- Implantación o instalación de la Práctica de Trabajo.

III. Unidades Responsables:

Unidad Usuaría

Gerencia Ingeniería Industrial

División Ingeniería de Métodos

IV. Normas:

1. Para efectos de la presente norma y procedimiento, las Prácticas de Trabajo se definen como documentos que comprenden la estandarización de las tareas o actividades realizadas por el trabajador y que son inherentes al proceso de la Unidad.

2. Las Prácticas de Trabajo se clasifican de acuerdo al área de trabajo donde se desarrollan en:
 - ✓ Prácticas de Trabajo Operativas

 - ✓ Prácticas de Trabajo de Mantenimiento

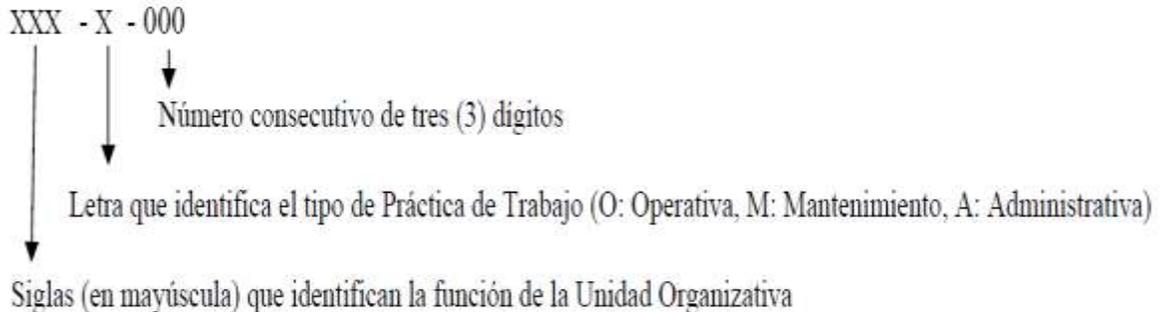
 - ✓ Prácticas de Trabajo Administrativas

3. La elaboración de una Práctica de Trabajo está sujeta a la necesidad que tenga la Unidad Organizativa de regular las actividades o tareas de su proceso, previo análisis de dicho proceso, considerando los siguientes criterios:
 - a. Complejidad del proceso: tipo de actividad, competencia del responsable de la actividad y número de personas involucradas en la ejecución.

 - b. Criticidad del proceso: riesgos que puedan afectar la integridad física del trabajador, equipos e instalaciones de la empresa.

 - c. Contribución del proceso al logro de los objetivos de la Unidad.

1. Las Prácticas de Trabajo deben identificarse con un código alfa-numérico, estructurado de la siguiente manera:



5. Las Prácticas de Trabajo tienen la siguiente estructura:

1. Objetivo:	Propósito que se persigue con la ejecución del proceso.
2. Alcance:	Delimita el inicio y finalización del proceso.
3. Responsables:	Denominación de los cargos responsables de realizar cada tarea en el proceso.
4. Materiales, Herramientas y/o Equipos:	Listado de materiales, herramientas y equipos requeridos para ejecutar las actividades.
5. Equipos de Protección Personal:	Listado de equipos de protección personal requeridos por el trabajador responsable de realizar las actividades.
6. Precauciones de Seguridad:	Previsiones que debe tomar en cuenta el trabajador, a los fines de evitar riesgos o daños en la realización de las actividades.
7. Descripción:	Detalla en orden secuencial cada tarea que debe realizar el trabajador responsable hasta la culminación del proceso.
8. Anexos (opcional):	Información complementaria que facilita la comprensión de las tareas, tales como: planos, tablas, dibujos, gráficos, etc.

6. Todas las Prácticas de Trabajo deben mantener la estructura establecida, en caso de que de no se requiera describir alguno de los elementos, debe colocarse “No aplica”.

Las Prácticas de Trabajo Operativas deben comprender instrucciones claras y precisas, en forma sistemática de las acciones o actividades estándares, directas o indirectas que uno o más trabajadores deben realizar para ejecutar una tarea física de operaciones, tomando en cuenta el grado de dificultad y riesgos de las mismas.

3.3 Canaleta.

Las canaletas son vibradores lineales o elementos vibratorios de trabajo sobrecrítico, se utilizan en las Estaciones de Baño para descargar y dosificar el material.

3.4 Cangilon.

Es un recipiente en forma de bandeja que utilizan cintas transportadoras para transportar el material. Suelen estar fabricados en diversos materiales: cerámica, acero, o plásticos como nylon, polietileno o uretano.

3.5 Criba.

Equipo provisto de movimientos vibratorios que se utiliza para clasificar materiales a granel mediante mallas o tamices.

3.6 Desviador.

Equipo que se utiliza para limpiar la planta retirando el material de baño que no puede ser triturado (restos de hierro y aluminio, trozos de baño, palos, basura, entre otros).

3.7 Estación de Baño.

Es una instalación que tiene como finalidad remover y recuperar el material de baño sobre los cabos y retornarlo a las líneas de Reducción. También se utiliza para recuperar el baño contenido en las cestas porta ánodos y carretas así como reciclar las varillas de los ánodos consumidos.

3.8 Fase Densa.

Es un sistema de transporte neumático, diseñado especialmente para el transporte de materiales finos como: Alúmina, fluoruros, baño molido y materiales en general de granulometría menor o igual a 3mm.

3.9 Molino de Impacto.

Equipo que tiene como función disminuir el tamaño del material de baño mayor a 4 mm mediante un sistema de golpeo o impacto.

3.10 Molino de Rodillos.

Equipo que tiene como función disminuir el tamaño del material de baño a una granulometría menor a 2,36 mm, mediante un sistema de rodillos que ejercen presión sobre el material fracturándolo.

3.11 Separador Magnético.

Es un equipo que permite separar selectivamente los cuerpos metálicos de hierro, sacándolo del material transportado. Existen cuatro (04) separadores magnéticos en las Estaciones de Baño, el 9.26 tiene como función retirar los cuerpos de hierro del material proveniente de la criba 9.30 y el 9.68 que se encarga de eliminar los cuerpos de hierro del material proveniente de la criba 9.67 y los separadores finales extraen el hierro del material (<2mm).

3.12 Transporte Neumático.

Se define como la acción de mover sólidos de un lugar a otro a través de ductos cerrados, usando aire u otro gas como medio de transporte. Los sistemas de transporte neumáticos están comprendidos básicamente por: Equipos de alimentación, tuberías y equipos de separación.

3.13 Tubo Vibratorio.

Elemento del sistema que tiene como función transportar y dosificar el material de baño proveniente de molino de impacto a la cinta o transportador 9.24, el principio de funcionamiento del tubo vibratorio es similar al de las canaletas.

3.14 Vasijas de Presión.

Es un recipiente hermético cónico con una capacidad de 1.5 m^3 que constituye el elemento motriz en el transporte de materiales a través de fase densa. Este dispositivo permite realizar la mezcla de aire material para luego inyectarla a la tubería, en él se controlan todos los parámetros del sistema fase densa.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se muestran los aspectos más resaltantes en relación al diseño metodológico empleado para llevar a cabo la investigación, describiendo el tipo de estudio, población y muestra, recursos y procedimientos empleados.

4.1 Tipo de Investigación.

Según su finalidad la investigación realizada se considera no experimental de tipo aplicada, pues está orientada a mejorar parte de las operaciones que son desarrolladas en el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico, a través de la actualización y mejora de la práctica Operativa RBE-O-002, que permitirá mejorar métodos de trabajos así como también aumentar la seguridad en esta área.

Según su nivel de profundidad y la amplitud de las variables que estudia es descriptiva debido a que se analiza e interpreta la secuencia de las actividades efectuadas por el personal de operaciones. Según el lugar donde se lleva a cabo la investigación, es de campo debido a que se realiza una observación directa de las operaciones que se desarrollan en el área.

Según la estrategia metodológica es una investigación Documental basada en la revisión bibliográfica, manuales, normas, procedimientos y técnicas relacionadas con la identificación y actualización del proceso productivo de la planta.

4.2 Población y Muestra.

La población se refiere al objeto de la investigación siendo el centro de la misma, y de ella se extrae la información requerida para el estudio respectivo, es decir el conjunto de materiales, individuos, objetos, entre otros; que siendo sometidos al estudio, poseen características comunes para proporcionar los datos. En el presente trabajo de investigación la población está constituida por las 4 Prácticas de Trabajo ejecutadas en el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G Venalum.

Por su parte según Sabino (2002) “una muestra es una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarse” (p.83), para efectos del estudio se tomó como muestra una de las prácticas de trabajo del Departamento la de Recuperación de Baño Electrolítico, que representa el 25% de la población.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para llevar a cabo la recolección de información acerca de las actividades del proceso de Recuperación de Baño Electrolítico frío, se utilizaron a las siguientes técnicas e instrumentos:

Revisión Documental.

Se aplicó esta técnica debido a que el procedimiento y práctica de trabajo se fundamentan en bases teóricas tales como leyes, reglamentos, normas y lineamientos que sustentaron esta investigación. De esta manera se verificó el ejercicio de las funciones de todos los empleados del Departamento relacionados con el proceso de Recuperación de Baño Electrolítico Frío.

Observación Directa.

La observación según Arias (2.006) *“es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”* (p.21)

La observación directa permitió la verificación de procedimientos y cumplimiento de la práctica de trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002), así como también, facilitó la descripción de los diversos procedimientos empleados.

Entrevistas.

Las entrevistas fueron de tipo semi-estructuradas, usando como base una guía previa de todas las actividades que se llevan a cabo para la recuperación de baño electrolítico según el área estudiada. Tomando en consideración lo explicado por Arias (2.006), este tipo de entrevistas a pesar de poseer una guía de preguntas, pudieron generarse algunas otras a lo largo de la intervención que no fueron contempladas originalmente y que pudieron servir para el análisis de los elementos estudiados.

Materiales.

- ✓ Lápiz y papel: Para recolectar los datos necesarios para este estudio, provenientes tanto de la observación directa, como de otras fuentes suministradas por la empresa.
- ✓ Equipos de Protección Personal: Utilizados para minimizar los riesgos en el momento de realizar las visitas al área de trabajo, entre estos se encuentran: Pantalón de jean azul índigo, chaquetas de jean azul índigo, camisa manga larga, lentes de seguridad claros, botas de seguridad, protector respiratorio para polvos y gases ácidos y casco de seguridad.

- ✓ Cámara fotográfica digital: Utilizada para la toma de fotografías de los equipos y procesos en cuestión, con el fin de ilustrar las operaciones descritas en la Práctica de Trabajo y poder visualizar de manera más detallada la ejecución de las mismas.
- ✓ Formatos: Utilizados para vaciar la información concerniente a la práctica de trabajo.
- ✓ Disco extraíble: Para almacenar toda la información concerniente al proyecto realizado.
- ✓ Computador Soneview: Empleado para la transcripción de la información necesaria en el estudio.

4.4 Procedimiento de la investigación.

A lo largo de las dieciséis semanas de estadía en la empresa se llevaron a cabo actividades que permitieron el desarrollo del trabajo de pasantía y el logro del objetivo principal. Estas actividades fueron las siguientes:

1. Inducción y conocimiento del área de trabajo:

- ❖ Adiestramiento sobre los procesos productivos y de manufactura que se dan en la empresa; así como en materia de medidas de seguridad e higiene industrial impartido por el Departamento de Prevención de Accidentes, sobre los riesgos presentes en las diferentes áreas; igualmente se dieron a conocer las políticas de gestión de la calidad, de mercadeo y de medio ambiente de C.V.G. Venalum.
- ❖ Presentación del Tutor Industrial y definición del tema a desarrollar.
- ❖ Inducción realizada por los supervisores de turno del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico referente al área de trabajo.

2. Revisión Bibliográfica.

Una vez conocido el tema, el Jefe del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico, facilitó la actual práctica de trabajo, plan de calidad de la empresa y material digital, que ofrecerían el marco teórico y legal necesario para el desarrollo del Trabajo de Investigación.

3. Observación directa de los procesos.

Una vez revisados los registros físicos del proceso, se procedió a la verificación mediante la observación directa de los mismos, incorporando la toma de notas en base a las desventajas que presentan.

4. Documentación fotográfica de los procedimientos.

5. Entrevista al personal.

Se realizaron entrevistas a los supervisores de turno de cada grupo (A, B, C y D), a los controladores de proceso y los operadores integrales de recuperación de baño, dado que juegan un papel vital en el proceso.

6. Procesamiento de datos.

Luego de realizar la recolección de la información se procedió al análisis de la misma, con lo que se consiguió determinar los aspectos más resaltantes de ésta que cumplían con la finalidad de mejorar y actualizar la práctica de trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) con que cuenta actualmente el Departamento; para ello se recurrió al método de selección, clasificación, registro, selección y simplificación de datos.

7. Revisión del trabajo realizado.

Una vez obtenidos los resultados se elaboró un informe preliminar, el cual, fue sometido a revisión por parte del tutor industrial y el tutor académico, con el fin de asegurar que el trabajo cumpla con lo establecido por la organización y la universidad.

4.5 Procesamiento de la información.

- ❖ Identificación de los procesos: Personal responsable de su ejecución, objetivo del proceso, medidas de seguridad y características procedimentales de importancia.
- ❖ Identificación de los equipos: Equipos involucrados en el proceso.
- ❖ Tabulación de la información extraída de las entrevistas diarias y de la observación de los procesos, se toman los datos de los procedimientos y se elabora una tabla con la descripción detallada de los materiales, equipos y herramientas envueltos en el proceso.

Tabulación: Elaboración de tablas, cuadros y gráficos

A continuación se presentan los modelos de tablas y cuadros que serán utilizadas para recolectar y procesar la información, así como el tipo de grafico donde se plasmarán los datos, a fin de presentar la información de manera simple y resumida.

Tabla: Materiales, herramientas y equipos

Materiales e insumos	Herramientas	Equipos

Tabla: Listado de códigos de las hojas de datos de seguridad de los materiales (HDSM)

Materiales	Códigos HDSM

Tabla: Grupos en Estaciones de Baño

Grupo 11	Grupo 12	Grupo 21	Grupo 22

Formato: Practica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002).

		Práctica de Trabajo			
Título			Código		
Unidad Responsable					
Large empty space for content					
Aprobación Nombre y Apellido				Fecha vigencia	
Cargo:				Pág. de	
Firma:					
IS-138 (28-01-2010)					

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta una descripción general de la Unidad donde se realizó el estudio, la descripción del trabajo asignado, del proceso realizado en el mismo para el cumplimiento de las actividades y la situación presente en cuanto a la práctica de trabajo.

5.1 Descripción del área de pasantía

Esta investigación se llevó a cabo en el Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico área que realiza la recuperación del baño electrolítico adherido a los cabos provenientes de reducción a la vez garantiza la limpieza de los mismos, a fin de hacerlos aptos para su uso en el proceso de fabricación de ánodos verdes.

El Departamento Recuperación de Baño Electrolítico, es una unidad de línea adscrita a la Superintendencia Envarillado y presta sus Servicios a los Departamentos Envarillado de Ánodos y Servicios a Celdas.

5.2 Misión del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico

Asegurar la ejecución y control de las operaciones de limpieza de cabos y recuperación y procesamiento de baño electrolítico, a fin de suministrar los cabos limpios al área de Envarillado de Ánodos y el baño electrolítico molido al área de Servicios a Celdas para su reincorporación al proceso electrolítico de celdas y contribuir con la continuidad del proceso productivo, en

condiciones de calidad, cantidad y oportunidad, de acuerdo a la normativa ambiental establecida y normas y procedimientos de la Empresa.

5.3 Filosofía del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico

El Departamento Recuperación de Baño Electrolítico, comparte y práctica los siguientes principios:

1. Valores y creencias establecidos por la Empresa.
2. Cumplimiento de las Leyes, Decretos, Normas y Procedimientos y Practicas de Trabajo establecidos.
3. Aprovechamiento al máximo de los recursos disponibles.
4. Mantener la Productividad dentro de condiciones competitivas de cantidad y costos.
5. Tecnificación de las operaciones en concordancia con los avances tecnológicos.
6. Cumplimiento de los programas de producción.

5.4 Trabajo asignado

El trabajo se llevará a cabo durante el periodo de pasantía (lapso Agosto-Diciembre del presente año) y consiste en la actualización de la práctica de trabajo referida a la Recuperación de Baño Electrolítico, código RBE-O-002, del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G. Venalum; para la recolección de la información se recurrirá al proceso de observación directa y al método de la entrevista.

5.5 Descripción del proceso

El Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G. Venalum se encarga de la ejecución y control de las operaciones de limpieza de cabos y recuperación y procesamiento de baño electrolítico, a fin de suministrar los cabos limpios al área de Envarillado de Ánodos y el baño electrolítico molido

al área de Servicios a Celdas para su reincorporación al proceso electrolítico de celdas y contribuir con la continuidad del proceso productivo. Para el cumplimiento del trabajo asignado es necesario realizar la revisión de la práctica de trabajo RBE-O-002 con que cuenta actualmente el departamento para compenetrarse en los diferentes procesos e instruirse con los conocimientos relativos a los mismos; a su vez es necesario realizar visitas al área y entrevistas al personal encargado con la finalidad de verificar las actividades que todavía están en vigencia así como aquellas que han sido incorporadas, para efectuar la actualización de la práctica de trabajo.

5.6 Situación actual de la Práctica de trabajo

La práctica de trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico del Departamento se encuentra desactualizada pues no se revisa desde el 2007, y este hecho ha producido ciertas irregularidades durante el cumplimiento del proceso de recuperación.

El realizar de distintas maneras y sin un orden específico las actividades provoca confusión y distintos criterios en el seguimiento de las operaciones al personal de nuevo ingreso. En ocasiones el personal no toma en cuenta las medidas preventivas, ni utiliza los equipos de protección personal mínimos requeridos para ejecutar las actividades.

Cuando los trabajadores realizan el trabajo oponen cierta resistencia al cumplimiento de la práctica de trabajo, pues ya están habituados a realizar las operaciones bajo sus propios criterios, considerados por ellos como óptimas.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra el desarrollo de la investigación, la presentación y análisis de los resultados permite exponer la respuesta a los objetivos propuestos, obtenida mediante la utilización de las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados.

A continuación se presentará un análisis descriptivo e inferencial de la información obtenida; la cual posteriormente fue estructurada y vaciada en el formato I G - 1 3 8, según las Normas y Procedimientos para la Elaboración de las Prácticas de Trabajo de C.V.G Venalum.

Análisis de los Resultados

Para realizar la actualización de la Práctica de Trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) se efectuó una recopilación detallada de información acerca del cumplimiento de la práctica por parte del personal del Departamento, considerando la experiencia en el proceso de recuperación de baño electrolítico como tal y en los conocimientos de las características y exigencias del mismo que poseían los trabajadores.

Igualmente se consideró la opinión de los supervisores de turno, de los controladores de procesos y de los operadores de Recuperación de Baño Electrolítico de cada grupo de trabajo (A, B, C y D). Luego de esta recolección, se procedió a la verificación de la información suministrada y para ello se recurrió a la observación directa, revisión de documentación del proceso y toma de fotografías en el área, lo que permitió obtener como resultado, la actualización de la práctica de trabajo.

Al realizar la evaluación de los aspectos que conforman la estructura de la práctica de trabajo: Objetivo, alcance, responsables, materiales, herramientas y equipos, equipos de protección personal, precauciones de seguridad y descripción de las operaciones y anexos. Se pudo determinar que en lo que respecta a las precauciones de seguridad, inspección de la planta antes de iniciar las operaciones, arranque de la planta en forma manual y las operaciones realizadas para la recuperación de baño electrolítico, a excepción de la toma de la muestra, están acordes con lo que se requiere para el cumplimiento de la actividad de recuperación de baño electrolítico.

En cuanto al objetivo se consideró necesaria una reformulación del mismo incluyendo una descripción más detallada de lo que consiste el proceso de recuperación de baño electrolítico y el propósito de éste, dado que las especificaciones del baño electrolítico son requeridas por el departamento de Servicios a Reducción específicamente y no por el área de reducción como en la práctica se indica. Igualmente se replanteó de otra manera el alcance que debía tener la misma.

En lo referido al personal responsable del cumplimiento de la práctica de trabajo es recomendable realizar un estudio de la mano de obra para así determinar si la cantidad de 5 operadores que se indica en la práctica es suficiente o si caso contrario es necesario incrementar dicha cantidad como informó el personal durante las entrevistas realizadas, debido al exceso de trabajo por las condiciones de planta en cuanto a la falta de insumos, no obstante pese al hecho que en la práctica de trabajo no se evidencia un estándar para los niveles de producción de Baño Electrolítico, si se consideran los indicadores de la productividad puede resultar beneficioso dicho incremento de personal para un aumento de estos niveles.

Una modificación realizada con anterioridad al Circuito de Trituración de Baño fue la instalación de separadores magnéticos, los cuales fueron codificados como separadores magnéticos 9.67-A y 9.67-B, dicha mejora fue motivada por el alto contenido en hierro que estaba presentando el baño electrolítico en una oportunidad; y la misma no fue incluida en la práctica de trabajo en dicho momento. En lo que respecta a las herramientas de trabajo, al realizar la revisión se comprobó la necesidad de incluir como herramienta de trabajo mandarrias, las cuales son necesarias para triturar los trozos de baño electrolítico en la parrilla de la cinta transportadora 9.66 antes de su incorporación al circuito de molienda y trituración. Igualmente se efectuó la modificación del esquema del circuito de trituración de baño que forma parte de los anexos, actualizando algunos de los equipos aquí reflejados, como lo son la cinta 9.71 y los separadores magnéticos 9.67-A y 9.67-B.

En la práctica de trabajo vigente se define que la toma de la muestra de baño electrolítico debe ser realizada durante el turno II a primeras horas de la mañana, no obstante se considera que la muestra de baño electrolítico debe ser tomada a finales del turno I para así garantizar la existencia de la muestra a las primeras horas del turno II, para ser enviada para su análisis y obtener resultados durante turno II y no a finales de éste como ocurre actualmente, con el fin de realizar la acción preventiva descrita en el Plan de Control “Cabo Limpio y Baño Electrolítico Procesado” en el momento oportuno.

Luego del análisis anterior se procedió a la elaboración de la propuesta de la práctica trabajo referida a la Recuperación de Baño Electrolítico (RBE-O-002) del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico de C.V.G Venalum, teniendo en cuenta todos los puntos examinados.

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

1. OBJETIVO:

Establecer la estandarización de las actividades necesarias para realizar la molienda mediante trituración y cribado del baño electrolítico proveniente de los cabos sucios y otros materiales de baño extraídos de las celdas según especificaciones requeridas por Servicios a Reducción.

2. ALCANCE:

Contempla la inspección de la planta antes del inicio de las operaciones y arranque de la misma, así como la operación de ésta en forma automática o manual en caso de ser necesario.

3. RESPONSABLES:

- Un (1) Supervisor de turno Recuperación de Baño
- Cinco (5) Operadores de Recuperación de Baño.
- Un (1) Controlador de Procesos

4. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS:

Materiales e Insumos	Herramientas	Equipos
Baño electrolítico sobre cabos, de la limpieza de los sótanos y desnate del cambio de carbón (V línea)	Escobillón 18" largo	Silo de Almacenamiento 9.60
	Pala	Molino de rodillo 9.70 y Molino de impacto 9.27
	Bolsa de Muestreo de ½ Kg	Cintas Transportadoras 9.24, 9.66 y 9.71
	Mandarrias de 8kg	Cribas vibratorias 9.21, 9.30 y 9.67
		Tornillos Sin Fin 103, 104, 109 y 110
		Separadores Magnéticos 9.68, 9.26, 9.67-A, 9.67-B
		Desviador neumático 9.64 y 9.65

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 <hr/> Pág. de
---	---

Título	RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable	DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

Materiales e Insumos	Herramientas	Equipos
		Canaletas Vibratoria 9.69, 9.25 , 9.66-4 y 9.66-5
		Exclusa rotativa 9.31.1 y 9.31.2
		Colector de polvo 9.32 y Colector de polvo del Volcador de Baskets
		Tubo vibrador 9.42

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

- Pantalón de jean color azul índigo.
- Protector respiratorio para polvos y gases ácidos.
- Chaqueta de jean color azul índigo.
- Guantes anticarólicos.
- Camisa manga larga (100% algodón).
- Lentes de seguridad claros.
- Protector auditivo tipo orejera o tapón.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.

6. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

Al momento de efectuar la operación de Recuperación de Baño Electrolítico, tome en cuenta las siguientes precauciones de seguridad:

- 6.1. Utilice siempre los equipos de protección personal.
- 6.2. Verifique que las herramientas y equipos sean los adecuados y estén en buen estado.
- 6.3. Asegúrese que en el sitio de trabajo no se encuentren personas ajenas a las actividades que se realizan.
- 6.4. Chequee en forma visual el buen estado de las condiciones físicas de los equipos que conforman la planta, antes y después del arranque de la misma.
- 6.5. Verifique que los switches de cada equipo se encuentren en la posición correcta.
- 6.6. Para la manipulación, transporte, almacenamiento de materiales y sustancias especificadas en esta práctica, deben orientar su manejo según lo especificado en la Hoja de Datos de Seguridad del Material (HDSM) respectivo, en el anexo N° 1, se detallan los códigos de las mismas.

probación Nombre y Apellido	Fecha vigencia
Cargo:	21-Nov-11
Firma:	Pág. de

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

- 6.7. Asegúrese que el sistema se encuentre desenergizado y asegurado, cuando se tenga que introducir personal a inspeccionar cualquier equipo del sistema de trituración y recuperación de baño electrolítico.
- 6.8. Asegúrese de dar cumplimiento al Procedimiento 10.00-02 “Manejo Integral de Residuos, Materiales Peligrosos Recuperables y Desechos” para la clasificación y tratamiento de los desechos y residuos generados en las actividades de recuperación de baño electrolítico (cartón, papel, plástico, restos de madera, entre otros).
- 6.9. Recolecte los desechos sólidos derivados de las actividades descritas en esta práctica (guantes, trapos, mascarillas, entre otros) y deposítelos en los contenedores presentes en el área identificados para tal fin.
- 6.10. Si no entiende alguna operación o no está seguro de realizarla en forma correcta, consulte con el Supervisor.

7. DESCRIPCIÓN:

A continuación se indican los pasos que el Operador de Recuperación de Baño y el Controlador de Procesos, bajo la dirección del Supervisor Turno, deben seguir para la realización de las actividades de recuperación del baño electrolítico automáticamente:

7.1. Inspección de la Planta antes de Iniciar las Operaciones:

- 7.1.1. Antes de iniciar las operaciones de recuperación de baño electrolítico diríjase hasta la boca de visita de las cribas 9.21 y 9.30, verifique el estado o condición física de la malla o tamiz (limpia o sucia), si están sucias límpielas para poder iniciar las actividades del turno, si están rasgadas o dañadas comuníquese inmediatamente con la Unidad de Mantenimiento para que realicen el cambio o reparación del tamiz; si están bien continúe con el paso siguiente.
- 7.1.2. Verifique que la malla de la criba vibratoria 9.67 no esté sucia o dañada; si se encuentra sucia límpiela y está dañada comuníquese inmediatamente con la Unidad de Mantenimiento para que la cambien o reparen.
Nota: Recuerde que no debe arrancar la planta si no ha sido reparada la malla.
- 7.1.3. Verifique que los desviadores de los separadores magnéticos (9.68 y 9.26) estén en posición correcta.
- 7.1.4. Verifique en el panel de la cámara de limpieza de cabos, el nivel de la tolva de 10 m³, si se encuentra llena, vacíela parcialmente (Transporte el material hasta alcanzar aproximadamente el 50% de su capacidad o nivel medio, antes de iniciar la molienda), esto con la finalidad de evitar que se sobrecargue de material el sistema de trituración y evitar que se pare el proceso por exceso de carga. Si por el contrario el nivel de la tolva se encuentra en nivel medio o menos continúe con el punto siguiente.
- 7.1.5. Verifique el buen funcionamiento de todos los equipos que se encuentran distribuidos en el sistema de trituración y recuperación de baño electrolítico (Ver Anexo N° 2).

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 <hr/> Pág. de
---	---

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

7.2. Arranque de la Planta en Forma Automática:

- 7.2.1. Chequee que los paneles se encuentren en condiciones operativas y listos para ser energizados.
- 7.2.2. Gire hacia la derecha el selector del switch de entrada de energía al panel principal para energizar dichos paneles y luego gire hacia la derecha el selector de entrada de energía del grupo 11-12-13 (Ver Anexo N° 2) y colóquelo en posición automático.
- 7.2.3. Verifique que las lámparas o luces de señalamiento de fallas no estén encendidas de manera intermitente, en caso que estén encendidas las luces verifique nuevamente y si persiste notifique a la Unidad de Mantenimiento. Cuando se solucione el problema continúe con el proceso.
- 7.2.4. Presione el pulsante de puesta en marcha del grupo 11-12-13 y verifique que se enciendan las luces indicadoras de cada uno de los equipos.
- 7.2.5. Oprima el pulsante de “acuse recibo de problema” en caso que no arranque la planta (lámpara encendida o intermitente), repita la operación, si la falla continúa observará las luces de las lámparas y del flujograma de procesos descrito en el panel apagadas, en ese caso chequee que el desviador de material de baño y bolas de acero del separador magnético estén en posición correcta.
- 7.2.6. Si no existen fallas pase al punto 7.4, en caso contrario, si observa que las luces en las lámparas de la botonera o en el flujograma de proceso están encendidas, revise lo siguiente:
 - 7.2.6.1. Revise cada uno de los switches de los equipos para descartar averías locales.
 - 7.2.6.2. Revise que no esté presionando el pulsante de cualquier parada de emergencia, esto puede detectarse a la izquierda del panel principal con el encendido de una luz, esto para descartar avería en el (CCM). En caso de detectar una falla comuníquese a la Unidad de Mantenimiento, cuando se solucione el problema continúe con proceso.
 - 7.2.6.3. Revise cada uno de los tornillos sin fin y cintas transportadoras de los grupos 11-12-13 para descartar problemas de velocidad, en caso de detectar una falla comuníquese a la Unidad de Mantenimiento. Cuando se solucione el problema continúe con el proceso.
 - 7.2.6.4. Chequee que los equipos que tienen interruptores de cuerdas de tracción no tengan dicho interruptor accionado, de ser necesario rearme los interruptores en el área.
 - 7.2.6.5. Verifique que la cinta transportadora de canto ondulado 9.24 esté alineada y tensada, en caso de encontrar anomalía comuníquese a su Supervisor.

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 <hr/> Pág. de
---	---

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

7.2.6.6. Chequee que exista tensión eléctrica en los equipos, en caso de no existir comuníquese a su Supervisor.

7.2.6.7. Si es necesario arrancar en forma manual la planta realice el punto siguiente, de lo contrario realice el punto 7.4.

7.3. Arranque de la Planta en Forma Manual en Complejo II:

7.3.1. Realice el punto 7.2.1.

7.3.2. Gire hacia la derecha el selector del switch de entrada de energía al panel principal para energizar dichos paneles y luego gire hacia la derecha el switch de entrada de energía del grupo 11-12-13 (Ver Anexo N° 2) y colóquelo en posición manual.

7.3.3. Diríjase al equipo que quiera arrancar en el panel de control y gire el switch a la posición manual y realice el arranque de acuerdo a la secuencia del anexo N° 2.

7.4. Recuperación del Baño Electrolítico:

7.4.1. Una vez que el material sale del circuito de limpieza de cabos, verifique en el panel de control principal que el proceso avanza normalmente, y que el material se traslade a través de la cinta transportadora 9.24 al circuito de trituración de baño electrolítico (Ver Anexo N° 3).

Nota: La cinta 9.24 también es alimentada con baño de sótano y desnate de V línea a través de la cinta 9.66 así como con baño molido proveniente del molino autógeno por medio de la cinta transportadora M1 (en el caso de la Estación de Baño II). Recuerde que cuando se procesan cabos, sólo puede operar un solo sistema alternativo (M1 o 9.66), para lo cual debe estar bien supervisada la dosificación del material.

7.4.2. Una vez que el material es descargado a la criba 9.30, verifique en el panel de control principal que el proceso avanza normalmente y que dicha criba clasifica el material: Los mayores a 4 mm son dirigidos a una canaleta que alimenta a un molino de impacto para disminuir su granulometría y los materiales menores a 4 mm, bajan hasta la criba 9.67, que los reclasifica en menores a 2,36 mm y entre 2,36 - 4 mm. Luego éstos pasan por los separadores magnéticos 9.67-A y 9.67-B, los cuales separan las partículas de hierro restantes del baño electrolítico ya procesado.

Nota: El material triturado menor a 2.36 mm por gravedad baja al silo de almacenamiento (9.60), para el transporte vía Fase Densa al área de Celdas.

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 <hr/> Pág. de
---	---

Titulo	RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable	DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

7.4.3. Verifique en el panel de control principal que el proceso avanza normalmente y que el material con dimensiones entre 2,36 - 4 mm, se reintegra al proceso de molienda mediante una canaleta que alimenta al molino de rodillo, con el fin de molerlo a dimensiones menores de 2,36 mm; luego chequee que el material retorne al circuito mediante las cintas transportadoras 9.71 y 9.24 para su reclasificación.

Nota: Durante el proceso de molienda y trituración de éste material se genera el desecho de las Estaciones de Baño conocido como “arrocillo”. Debe limpiarse frecuentemente para mantener la producción (Se recomienda inspeccionar cada hora a fin de constatar visualmente el estado del material molido) y recuerde que los materiales menores a 2,36 mm se almacenan en el silo de capacidad 10 m³, para que el Departamento Servicios a Reducción lo transporte mediante el sistema fase densa a los Complejos de Reducción.

7.4.4. Diariamente debe tomarse una (1) muestra de baño electrolítico en la canaleta ALESA y enviarse inmediatamente al laboratorio de Molienda y Compactación. Cierre la canaleta, continúe las operaciones de procesamiento de material y espere por el resultado del análisis.

Nota: La muestra debe ser tomada durante turno I para garantizar la existencia de ésta durante las primeras horas de turno II, para ser enviada para su análisis. Cuando reciba el análisis de muestra realice la acción preventiva descrita en el Plan de Control “Cabo Limpio y Baño Electrolítico Procesado”.

7.5. Consideraciones Especiales para la Preservación del Baño Electrolítico:

7.5.1. Durante el proceso de recuperación de baño electrolítico en las Estaciones de Baño, la humedad es una variable que se debe controlar no sólo para preservar las características del producto final exigidas por el cliente (Servicios a Reducción) sino para salvaguardar las condiciones de planta puesto que ésta afecta a los equipos, por lo que las áreas donde se realizan las operaciones deben estar totalmente techadas y libres de cualquier humedad.

7.5.2. Almacene el baño electrolítico a granel en los bunkers techados y evite en lo posible su maniobra a la intemperie durante periodos de lluvia.

7.5.3. Proteja los cabos, cestas porta ánodos y vagones en sitios techados durante periodos de lluvia. Dé prioridad al proceso de carga de cabos, a objeto de minimizar la cantidad de carretas a la intemperie.

probación Nombre y Apellido	Fecha vigencia
Cargo:	21-Nov-11
Firma:	Pág. de

Título

RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO

Código

RBE-O-002

Unidad Responsable

DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO

ANEXO Nº 1

LISTADO DE CÓDIGOS DE LAS HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES (HDSM)

Materiales	Código HDSM
Cabos	HDSM-065
Baño electrolítico	HDSM-066

probación

Nombre y Apellido

Cargo:

Firma:

Fecha vigencia

21-Nov-11

Pág. de

Título	RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable	DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

ANEXO Nº 2

Grupos en Estaciones de Baño

Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13	Grupo 21	Grupo 22
Colector de polvos principal 9.32	Criba vibratoria 9.30	Colector de Polvo del Volcador de Baskets	Canaleta 9.22	Colector de polvos 9.40.2
Tornillo sin fin 109	Criba vibratoria 9.67	Canaletas Vibratorias 9.66-4 y 9.66-5	Cinta transportadora 9.10	Granalladora 9.40.1
Tornillo sin fin 110	Canaleta vibratoria 9.25	Cinta transportadora 9.66	Caja de almacenamiento de bolas 9.11	Canaleta 9.40
	Canaleta vibratoria 9.69		Canaleta 9.13-A y 9.13-B	Ventilador de alta presión
	Silo de almacenamiento 9.60		Puerta de bloqueo de canaleta 9.13-A y 9.13-B	Cinta elevadora de granallas (elevador de cangilones)
	Molino de rodillo 9.70		Cámara de limpieza 9.16-A y 9.16-B	Separador Magnético Grande
	Cinta Transportadora 9.71		Tolva de descarga de material y bola de acero 9.20	Separador Magnético Pequeño
	Separador magnético 9.26		Canaleta 9.28	
	Desviador Neumático 9.64			
	Desviador Neumático 9.65			
	Molino de impacto 9.27			
	Tubo vibratorio 9.42			
	Separador magnético 9.68			
	Cinta transportadora 9.24			
	Criba de resonancia 9.21			
	Separadores magnéticos 9.67-A y 9.67-B			

probación Nombre y Apellido	Fecha vigencia
Cargo:	21-Nov-11
Firma:	Pág. de

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

Glosario de Términos

Baño Electrolítico: Es una solución formada fundamentalmente por criolita y aditivos, cuya función es permitir la separación física entre el aluminio líquido acumulado en el cátodo y los óxidos de carbono que emergen del ánodo, al mismo tiempo que facilita la descomposición de la alúmina.

Canaleta: Las canaletas son vibradores lineales o elementos vibratorios de trabajo sobrecrítico, se utilizan en las Estaciones de Baño para descargar y dosificar el material.

Cangilon: Recipiente de forma de bandeja que utilizan cintas transportadoras para transportar el material.

Criba: Equipo provisto de movimientos vibratorios que se utiliza para clasificar materiales a granel mediante mallas o tamices.

Carretas: Medio de transporte utilizado para las cestas porta ánodos (baskets) desde el área de Reducción hasta las Estaciones Baño. Están constituidas por tres (3) vagones, cada uno de ellos transporta dos (02) baskets.

Desviador: Equipo que se utiliza para limpiar la planta retirando el material de baño que no puede ser triturado (restos de hierro y aluminio, trozos de baño, palos, basura, entre otros).

Estación de Baño: Es una instalación que tiene como finalidad remover y recuperar el material de baño sobre los cabos y retornarlo a las líneas de Reducción. También se utiliza para recuperar el baño contenido en las cestas porta ánodos (baskets) y carretas.

Fase Densa: Es un sistema de transporte neumático, diseñado especialmente para el transporte de materiales finos como: Alúmina, fluoruros, baño molido y materiales en general de granulometría menor igual a 3 mm.

Molino de Impacto: Equipo que tiene como función disminuir el tamaño del material de baño mayor a 4 mm mediante un sistema de golpeo o impacto.

Molino de Rodillos: Equipo que tiene como función disminuir el tamaño del material de baño a una granulometría menor a 2,36 mm, mediante un sistema de rodillos que ejercen presión sobre el material fracturándolo.

Separador Magnético: Es un equipo que permite separar selectivamente los cuerpos metálicos de hierro, sacándolo del material transportado. Existen cuatro (04) separadores magnéticos en las Estaciones de Baño, el 9.26 tiene como función retirar los cuerpos de hierro del material proveniente de la criba 9.30 y el 9.68 que se encarga de eliminar los cuerpos de hierro del material proveniente de la criba 9.67 y los separadores finales extraen el hierro del material (<2 mm).

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 <hr/> Pág. de
---	---

Título RECUPERACION DE BAÑO ELECTROLÍTICO	Código RBE-O-002
Unidad Responsable DEPARTAMENTO DE RECUPERACIÓN DE BAÑO ELECTROLÍTICO	

Transporte Neumático: Se define como la acción de mover sólidos de un lugar a otro a través de ductos cerrados, usando aire u otro gas como medio de transporte. Los sistemas de transporte neumáticos están comprendidos básicamente por: Equipos de alimentación, tuberías y equipos de separación.

Tubo Vibratorio: Elemento del sistema que tiene como función transportar y dosificar el material de baño proveniente del molino de impacto a la cinta o transportador 9.24, el principio de funcionamiento del tubo vibratorio es similar al de las canaletas.

Vasijas de Presión: Es un recipiente hermético cónico con una capacidad de 1.5 m³ que constituye el elemento motriz en el transporte de materiales a través de fase densa. Este dispositivo permite realizar la mezcla aire material para luego inyectarla a la tubería, en él se controlan todos los parámetros del sistema fase densa.

probación Nombre y Apellido Cargo: Firma:	Fecha vigencia 21-Nov-11 Pág. de
---	---

CONCLUSIONES

Luego de haber elaborado el presente informe de pasantía, habiendo observado el proceso de Recuperación de Baño Electrolítico y considerando la práctica de trabajo con que contaba el Departamento, se puede concluir lo siguiente:

1. La práctica de trabajo de Recuperación de Baño Electrolítico del Departamento no ha sido revisada desde el 2007.
2. El personal del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico no conoce a ciencia cierta la práctica de trabajo y presenta desconocimiento en cuanto a los nombres de algunos de los equipos involucrados en el proceso.
3. Las actividades de trabajo son realizadas de una forma más personal que técnica por parte de los operadores.
4. No se verifica el estado de la malla o tamiz de las cribas 9.21 y 9.30, de manera diaria y al iniciar las operaciones como se indica en la práctica de trabajo, actividad que es necesaria realizar diariamente para evitar que material con diámetro inadecuado se filtre.
5. En el panel principal no se cuenta con llaves sino con selectores, esto motivado por la falta de suministro de insumos.
6. El incumplimiento de la práctica de trabajo se evidencia claramente en el uso inadecuado de los equipos de protección personal.
7. Es necesario realizar auditorías para asegurar que se estén cumpliendo a cabalidad los procedimientos descritos en la práctica de trabajo.

8. El supervisor encargado debe exigir con más severidad el cumplimiento en la utilización de los implementos de seguridad y alertar inclusive acerca de posibles sanciones por su falta de uso.
9. La condición de humedad no solo afecta las características del producto final sino también las condiciones operativas de los equipos.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron en el presente informe, a continuación se presentan las recomendaciones asociadas a la práctica de trabajo RBE-O-002 del Departamento de Recuperación de Baño Electrolítico:

1. La muestra de baño electrolítico debe ser tomada por el personal de Control de Calidad.
2. Mantener actualizada continuamente la práctica de trabajo del Departamento para cumplir con la Política de Calidad y Ambiente de CVG Venalum.
3. Luego que sea aprobado el Sistema Supervisorio del Sistema Jervis Webb de la planta en complejo I y II, realizar nuevamente la actualización de la práctica en cuanto al arranque manual y automático de la misma a través de dicho Sistema.
4. Implementar cursos continuos para el personal del Departamento, en materia de capacitación de las prácticas de trabajo, adiestramiento en prevención de riesgos y primeros auxilios.
5. Realizar una evaluación de las condiciones de planta para mejoras de los puestos de trabajo de los operadores, puesto que las condiciones del ambiente de trabajo afectan de manera proporcional tanto el rendimiento del trabajador como el óptimo cumplimiento de las actividades.
6. Llevar a cabo un estudio de tiempo que determine los tiempos exactos de ejecución de todas las actividades involucradas en las prácticas, para así aumentar la efectividad del personal y de los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ARIAS, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la Metodología Científica*. (5^{ta} Ed.) Caracas: Editorial Episteme.
- ✓ BALESTRINI, M. (2001). *Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación* (5a ed.) BL Consultores Asociados, Servicio Editorial.
- ✓ INDUSTRIA VENEZOLANA DEL ALUMINIO, C.V.G VENALUM (2011, Septiembre) (Página web Intranet Venalum: <http://venalumi.net/>) (Consulta 2011, Septiembre).
- ✓ HERNÁNDEZ, R. (1999). *Metodología de la investigación*. México, Mc. Graw Hill.
- ✓ HODSON, W. *Manual de Ingeniería Industrial*. México. Editorial LIMUSA, S.A Primera Edición. Volumen 1. 1991.
- ✓ ROJAS, R. *Orientación Práctica para la Elaboración de Informes de Investigación*, Universidad Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Tercera Edición. 1996.
- ✓ SABINO, C. (2002). *El proceso de investigación*. Editorial Panapo. Caracas- Venezuela.
- ✓ TAMAYO, M. (2001). *El Proceso de la Investigación Científica*. (4a ed.), México: Editorial Limusa, S.A.

Apéndice A

Vista de la Estación de Recuperación de baño Complejo I y II



Complejo I



Complejo II

Apéndice B

Equipos del Circuito de Baño



Cinta Transportadora
9.71



Cinta Transportadora
9.66



Cinta Transportadora
9.24



Colector de Polvo
Principal



Molino de impacto 9.27



Molino de rodillo 9.70



Separadores Magnéticos 9.67-A y
9.67-B