



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



**EVALUACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICA DEL HORNO DE
FUSIÓN PARA LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM**

**Autora: Aura Saloma
C.I. E-82264377**

CIUDAD GUAYANA, AGOSTO DE 2011

**EVALUACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICA DEL
HORNO DE FUSIÓN PARA LA SALA DE COLADA
DE CVG VENALUM**



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



**EVALUACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICA DEL HORNO DE
FUSIÓN PARA LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM**

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito para optar por el título de Ingeniero Industrial.

TUTOR ACADÉMICO:
ING. BLANCO ANDRÉS

TUTOR INDUSTRIAL:
ING. CONDE ANDREINA

SALOMA IBARRA, AURA NOHEMI

EVALUACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICA DEL HORNO DE FUSIÓN PARA LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM

Ciudad Guayana, Agosto de 2011

Pág.: 184

Trabajo de Grado

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

Tutor Académico: Ing. Andrés Blanco

Tutor Industrial: Ing. Andreina Conde

Bibliografía: p. 136

Anexos: p. 138

Capítulo I: El Problema. Capítulo II: Marco Referencial. Capítulo III: Marco Teórico. Capítulo IV: Marco Metodológico. Capítulo V Situación Actual. Capítulo VI Análisis y Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Referencias Electrónicas. Anexos. Apéndice.



**U
N
E
X
P
O**
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz , para examinar el Trabajo de Grado presentado por la bachiller **Saloma Ibarra Aura Nohemi**, portadora de la Cedula de Identidad N° E-82.264.377, titulado ***“Evaluación Operativa y Económica del Horno de Fusión Para la Sala de Colada de CVG Venalum”*** el cual es presentado para optar al grado académico de Ingeniero Industrial. Consideramos que dicho Trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por tanto lo declaramos: **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los quince días del mes de agosto del dos mil once.

**Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutor Académico**

**Ing. Andreina Conde
Tutor Industrial**

**Ing. Natasha Alarcón
Jurado Evaluador**

**Ing. Emerson Suarez
Jurado Evaluador**

DEDICATORIA

Al Eterno, por la vida y por estar junto
a mí a cada instante...

A mis padres, por su amor y
educación he llegado hasta aquí...

A mi novio y hermanos, por formar
parte de mi vida y crecimiento...

Lo son todo para mí...

AGRADECIMIENTO

Al Eterno, por darme las fuerzas para trabajar día a día y la capacidad de desarrollar conocimiento.

A mis padres, Antonio Saloma y Genoveva Ibarra por su apoyo incondicional tanto en las situaciones simples como en las complejas.

A la Universidad por abrirme las puertas para desarrollar mis estudios y a la Empresa CVG Venalum por permitirme realizar mi práctica profesional.

Al Ing., Andrés Blanco y a la Ing. Andreina Conde por su ayuda en todo momento y por los conocimientos brindados, necesarios para la ejecución del trabajo de investigación.

Al Sr. Argenis Vera, al Sr. José Montes de Oca y Sr. Luis Flores por su apoyo en la Sala de Colada y en la División de Ing. Económica, en la búsqueda de la información.

A Fabricio y Cesar, por su compañía en todo momento y a Pacheco por su disposición a escucharme, compañía y apoyo en las decisiones tomadas.

A Andreina, Carolina y Liseth, por su amistad incondicional, palabras de ánimo y compañía durante la carrera \m/ .



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

**EVALUACIÓN OPERATIVA Y ECONÓMICA DEL HORNO DE FUSIÓN
PARA LA SALA DE COLADA DE CVG VENALUM**

Autora: Saloma Ibarra, Aura Nohemi
Tutor Académico: Ing. Blanco Andrés
Tutor Industrial: Ing. Conde Andreina

RESUMEN

El presente estudio consiste en la realización de una evaluación operativa sobre la generación de chatarra y su procesamiento en los hornos de retención y fusión ubicados en la Sala de Colada de CVG VENALUM, con la finalidad de establecer las cantidades generadas de chatarra interna, externa y de cada uno de los procesos productivos, mediante un diagnóstico y análisis de los datos históricos del año 2005 al 2009, del mismo modo determinar las causas por las cuales este residuo es refundido en hornos no diseñados para este proceso (horno de retención) y las consecuencias que genera; y en base a esta información, fijar los parámetros técnicos y operativos necesarios para la implementación de un nuevo horno de fusión con capacidad suficiente para la refundición de la chatarra en su totalidad.

Además, se efectúa una evaluación económica por medio del método Costo Anual Uniforme Equivalente entre las dos alternativas de oferta de tecnología española presentadas, con el objetivo de estimar y fijar los flujos de costos esperados para cada una de ellas durante su vida útil, considerando la inflación anual proyectada de la nación, y en base a los resultados obtenidos, se seleccionó la opción más económica, la cual genera menos costos a la empresa. La metodología utilizada para desarrollar la investigación es de tipo descriptiva y proyectiva, basándose en un diseño documental y de campo.

Palabras clave: horno de fusión, horno de retención, chatarra, costo anual uniforme equivalente, flujo de costo, inflación.

INDICE GENERAL

	Página
ACTA DE APROBACION	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivo Especifico.....	6
1.3 Justificación e Importancia.....	7
1.4 Alcance de la investigación.....	7
1.5 Limitaciones.....	8
CAPITULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	9
2.1 Reseña histórica de la Empresa.....	9
2.2 Funciones de la Empresa.....	11
2.3 Espacio físico.....	12
2.4 Objetivos de CVG VENALUM.....	13
2.5 Misión.....	14
2.6 Visión.....	14
2.7 Políticas de Calidad.....	14
2.8 Descripción de la Empresa.....	16
2.9 Estructura Organizativa.....	21
2.9.1 Gerencia de Proyectos.....	22
2.9.2 Gerencia de Colada	23
CAPITULO III: MARCO TEORICO	25
3.1 Antecedentes de la investigación	25
3.2 Horno de fusión a gas.....	28
3.3 Clasificación de hornos a gas según su función.....	29
3.4 Factores para la elección de un horno.....	31
3.5 Distribución de planta.....	34
3.6 Objetivos de la distribución de planta.....	36
3.7 La maquinaria/equipo como factor de distribución de planta.....	37
3.8 Inversiones Capitalizables.....	38
3.9 Estudio de Factibilidad.....	39
3.10 Objetivos del Estudio de Factibilidad.....	42
3.11 Evaluación Económica.....	42
3.12 Criterios de Evaluación.....	43
3.13 Costos.....	47
3.14 Tipos de Costos.....	48
3.15 Definición de términos básicos	50
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO	54

4.1 Tipo de Investigación.....	54
4.2 Diseño de la Investigación.....	55
4.3.Poblacion y Muestra.....	55
4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	57
4.5 Procedimiento de recolección de datos.....	58
CAPITULO V: SITUACION ACTUAL.....	60
CAPITULO VI: ANALISIS Y RESULTADOS.....	71
1. Datos históricos sobre los niveles de producción de aluminio y chatarra.....	71
2. Comportamiento operativo del horno basculante y los hornos de retención, en función al procesamiento de chatarra.....	88
3. Parámetros de diseño y variables técnicas del horno de fusión a adquirir, en base a los datos históricos analizados	93
4. Alternativas de hornos de fusión.....	100
5. Escenarios de instalación de las alternativas de hornos de fusión, para su localización estratégica dentro de la Sala de Colada.....	101
6. Requerimientos de materiales, equipo móvil y mano de obra, necesarios para el funcionamiento del horno de fusión.....	105
7. Costos de operación y mantenimiento de las alternativas.....	116
8. Evaluar económicamente las alternativas de adquisición de hornos de fusión, calculando el Costo Anual Uniforme Equivalente.....	117
9. Beneficios productivos que generará la implementación del horno de fusión.....	122
CONCLUSIONES.....	133
RECOMENDACIONES.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	136
REFERENCIAS ELECTRONICAS.....	137
ANEXOS.....	138
APENDICE	172

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura		Página
1	Ubicación de la Empresa.....	10
2	Fachada de Planta de Carbón.....	17
3	Planta de Reducción, celda electrolítica.....	18
4	Fachada Planta de Colada.....	19
5	Proceso Productivo de CVG VENALUM.....	20
6	Estructura organizativa general.....	21
7	Estructura organizativa de la Gerencia de Proyectos.....	23
8	Estructura organizativa de la Gerencia de Colada.....	24
9	Esquema de Horno a gas.....	29
Gráfico		
1	Distribución de chatarra en hornos para el periodo 2005-2009.....	4
2	Refusión de chatarra en hornos durante el periodo 2005-2009.....	69
3	Producción de Aluminio vs. Chatarra en el periodo 2005-2009.....	71
4	Producción de aluminio y chatarra para el año 2005.....	72
5	Producción de aluminio y chatarra para el año 2006.....	73
6	Producción de aluminio y chatarra para el año 2007.....	74
7	Producción de aluminio y chatarra para el año 2008.....	75
8	Producción de aluminio y chatarra para el año 2009.....	76
9	Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada durante el año 2005.....	79
10	Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada durante el año 2006.....	81
11	Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada durante el año 2007.....	83
12	Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada durante el año 2008.....	85
13	Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada durante el año 2009.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1 Divisiones de la empresa.....	13
2 Objetivos de la empresa.....	13
3 Clasificación de la chatarra en función de su lugar de procedencia....	62
4 Clasificación de la chatarra en función del proceso de fabricación.....	63
5 Clasificación de la producción de aluminio.....	89
6 Clasificación de la Chatarra.....	89
7 Distribución de la chatarra en hornos.....	90
8 Porcentajes de chatarra generada y procesada.....	91
9 Distribución estimada de aluminio	94
10 Valores de aluminio.....	98
11 Calores de trabajo.....	99
12 Operaciones del horno basculante de la Sala de Colada.....	105
13 Estación de Trabajo.....	106
14 Ciclo de Operaciones en la estación de trabajo.....	107
15 Tiempo promedio.....	108
16 Demoras inevitables del personal de la Sala de Colada.....	109
17 Operaciones de Montacargas.....	111
18 Demoras inevitables en Montacargas.....	112
19 Disponibilidad de equipos móviles.....	113
20 Consumo promedio de gas del horno basculante.....	115
21 Costos de operación del Horno Basculante.....	116
22 Inflación acumulada anual.....	118
23 Datos de Evaluación Económica.....	119
24 Vida útil de hornos de retención.....	124
25 Tiempos operativos de hornos de retención.....	124
26 Productividad de hornos de Retención.....	132

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de las empresas tanto a nivel nacional como internacional están en busca de mejorar la calidad de su sistema productivo, se enfocan en la aplicación de una serie de estrategias, las cuales permiten mejorar la capacidad de sus procesos productivos y equipos, para de esta manera alcanzar los objetivos propuestos.

La Industria Venezolana de Aluminio CVG VENALUM la cual se encuentra adscrita al Ministerio de Industrias Básicas y Minería del Gobierno de la Republica Bolivariana de Venezuela, se encarga de la producción del aluminio, utilizando como materia prima la alúmina, criolita y aditivos químicos (fluoruro de calcio, litio y magnesio) y de su comercialización a nivel nacional e internacional.

La empresa está conformada por una serie de gerencias, dentro de las cuales cabe mencionar, la Gerencia de Colada cuya finalidad es la planificación de producción y la fabricación de aluminio sólido, en forma de lingotes de 22 y 10kg, pailas de 680 kg y cilindros para extrusión. Y la Gerencia de Proyectos la cual lleva acabo la planificación hasta su ejecución de proyectos que busquen optimizar los procesos productivos de la empresa.

Actualmente la Gerencia de Proyectos, a través de la División de Proyectos Estratégicos, está en la etapa de desarrollo de un proyecto denominado CENTRO DE MANEJO DE MATERIALES ASOCIADOS A LA DISTRIBUCIÓN Y PREPARACIÓN DE ALUMINIO LÍQUIDO EN LA SALA DE COLADA debido a que la capacidad de refusión de chatarra en la sala no se adecúa a los niveles de generación actuales, además de que este proceso se realiza en hornos de retención y en un horno basculante con el que se cuenta. Dentro del proceso de producción se ha instalado la tercera mesa de cilindros para extrusión con la cual se tiene proyectado aumentar la producción de cilindros en 190.000 t. Este aumento de producción generará también el aumento de chatarra a procesar en Colada. El objetivo de este nuevo proyecto es entonces instalar un horno de fusión calentado a

gas natural, el cual procesará junto con el horno basculante toda la chatarra generada, permitiendo que el resto de los hornos sean utilizados solo para retención y no para fundir.

En este sentido, el siguiente trabajo de investigación presenta una evaluación operativa sobre el procesamiento de la chatarra en CVG VENALUM, con la finalidad de determinar las características técnicas y operativas de un nuevo el horno de fusión que será adquirido para refundir las toneladas de chatarra generadas actualmente y las que se tendrán con la puesta en operación de la tercera mesa de colada de cilindros. Además, es necesaria la realización de la evaluación económica, para comparar las dos propuestas ofertadas y en función a la que presente menor costo, hacer la selección del equipo para la Sala de Colada.

Dicha investigación está estructurada en VI capítulos, los cuales se presentan de la siguiente manera: En el capítulo I se expone el planteamiento del problema, el capítulo II contiene el marco referencial de CVG VENALUM, capítulo III se expone las bases teóricas, capítulo IV en este se presenta el marco metodológico, Capítulo V situación actual y Capítulo VI análisis y resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, páginas electrónicas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se muestra una breve descripción del problema objeto de estudio, objetivos a desarrollar para su solución así como, la justificación, alcance y limitación del estudio de investigación.

1.1 Planteamiento del problema

En Venezuela la empresa CVG VENALUM es la mayor productora de aluminio primario, comercializándolo a nivel nacional e internacional de forma productiva, rentable y sustentable contribuyendo así al desarrollo endógeno de la nación, generando bienestar social y alto compromiso con los trabajadores, accionistas, clientes y proveedores.

Para la obtención del aluminio primario es necesaria la realización de tres procesos productivos, los cuales se llevan a cabo en distintas áreas de la empresa. En la planta de carbón se fabrican los ánodos que son acoplados a barras conductoras de electricidad y el revestimiento de alquitrán-antracita para la celda, permitiendo realizar el proceso electrolítico. El área de reducción está compuesta por el Complejo I, II y V Línea con un total de 900 celdas, las cuales llevan a cabo el proceso de reducción electrolítica que hace posible la transformación de la alúmina en aluminio. El último proceso para la obtención del aluminio sólido se desarrolla en la Sala de Colada, la

cual recibe los crisoles con aluminio líquido trasegado de las celdas para ser vertido en hornos de retención y realizar el proceso de colada para obtener lingotes de 10 kg, 22 kg, pailas de 680 kg y cilindros para extrusión de 6", 7", 8" y 9" de diámetro.

Para la ejecución de su proceso productivo, la Sala de colada cuenta con trece hornos, de estos, doce son hornos de retención y el restante, llamado basculante es un horno de fusión, el cual refunde la chatarra generada por derrames en celdas, derrames en la calle, envarillado y la generada en la producción de cilindros, lingotes y pailas.

Cabe destacar que en base a los registros de planta, desde el año 2005 al 2009, la utilización del horno basculante ha disminuido, tal como muestra el gráfico 1:

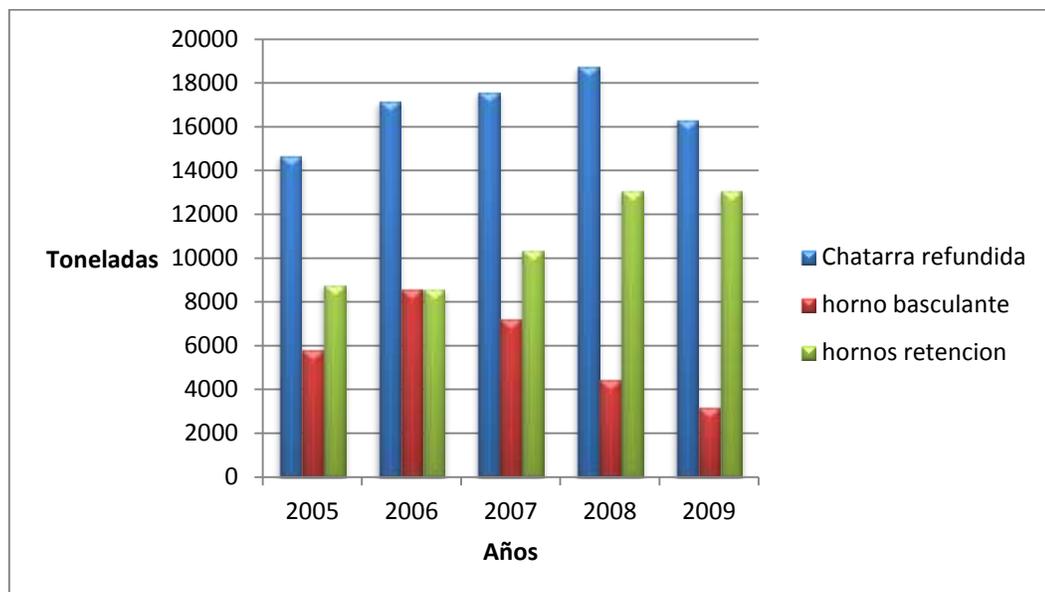


Gráfico 1: Distribución de chatarra en hornos para el periodo 2005-2009
Fuente: Sistema Integral de Colada

Debiéndose esto, a que al pasar de los años, del total de la chatarra que se genera, la chatarra por cilindros ha aumentado, ubicándose en mayor proporción respecto al resto de los distintos tipos de chatarra, y como resultado de su condición física (longitud) de los cilindros, estos deben ser procesados en los hornos de retención y no en el basculante, ya que por sus dimensiones físicas no permiten su utilización para la refusión. Por lo tanto el horno basculante, es utilizado mayormente para el procesamiento de chatarra de menores dimensiones, como la chatarra por despunte de cilindros, virutas, derrames y drenajes.

Ahora bien, la producción de cilindros se lleva a cabo en dos líneas de producción activas de la sala de colada. Sin embargo, se tiene previsto que para finales del mes de Marzo del presente año, inicie sus operaciones la tercera línea, la cual fabricará 190.000 t de cilindros y 19.000 t de chatarra aproximadamente, colapsando el proceso de refusión. Ante tal problema, la Gerencia de Proyectos, a través de la División de Proyectos Estratégicos, está desarrollando un proyecto de instalación de un Centro de manejo de materiales asociados a la distribución y preparación de aluminio líquido en la Sala de Colada, el cual contará con un horno de fusión que junto con el horno basculante, procesarán toda la chatarra generada, sin la utilización de los hornos de retención, optimizando así el proceso de colada.

Por tal motivo, surge la necesidad por parte de la División de Proyectos Estratégicos, de realizar una evaluación técnica y económica para la adquisición de un horno de fusión que satisfaga las necesidades actuales y futuras para el procesamiento de chatarra y de esta manera evitar un colapso operativo por la baja capacidad de refusión, evitar la acumulación excesiva de chatarra en el área de trabajo y por lo tanto accidentes latentes, y gastos incurridos por la reconstrucción de los hornos de retención a causa de la carga de chatarra.

1.2 Objetivos

En vista a la situación planteada por la División de Proyectos Estratégicos, los objetivos a seguir en dicha investigación son los siguientes:

Objetivo General

Realizar una evaluación operativa y económica para la adquisición de un horno de fusión para la Sala de Colada de CVG VENALUM, Zona Industrial Matanzas, Puerto Ordaz-Edo. Bolívar.

Objetivos específicos

1. Analizar los datos históricos sobre los niveles de producción de aluminio, niveles de producción de chatarra interna y externa, y el porcentaje de refusión.
2. Evaluar el comportamiento operativo del horno basculante y los hornos de retención, en función al procesamiento de chatarra.
3. Determinar parámetros de diseño y variables técnicas del horno de fusión a adquirir, en base a los datos históricos analizados.
4. Establecer y comparar técnicamente, alternativas de hornos de fusión.
5. Analizar escenarios de instalación de las alternativas de hornos de fusión, para su localización estratégica dentro de la Sala de Colada.
6. Determinar los requerimientos de materiales, equipos y mano de obra, necesarios para el funcionamiento del horno de fusión.
7. Determinar los costos de operación de las alternativas.
8. Evaluar económicamente las alternativas de adquisición de hornos de fusión, calculando el Costo Anual Uniforme Equivalente.
9. Determinar los beneficios productivos que generará la implementación del horno de fusión.

1.3 Justificación e Importancia

La implementación del Centro de manejo de materiales asociados a la distribución y preparación de aluminio líquido es la solución ante la problemática actual de baja capacidad de refusión presente en la Sala de Colada, la cual aumentará con la puesta en marcha de la tercera línea de producción de cilindros; ya que este proceso se realiza en hornos no diseñados para esa finalidad (hornos de retención).

La adquisición e instalación de un horno de fusión para el procesamiento de la chatarra en conjunto con el horno basculante ya existente, permitirá reducir las pérdidas de aluminio por fusión, aumentar la productividad en los hornos de retención al no tener que usarlos para fundir la chatarra y aumentar la disponibilidad de las unidades de producción.

1.4 Alcance de la investigación

El presente estudio de investigación se lleva a cabo en la División Proyectos Estratégicos, unidad adscrita a la Gerencia de Proyectos, a la cual corresponde como función primordial, velar por el cumplimiento de la gestión para el desarrollo de ingeniería básica y detalle, la ingeniería de costos, los paquetes de construcción, así como la correspondiente evaluación técnica económica de los proyectos estratégicos del portafolio de la empresa. Y en la Superintendencia de Distribución y preparación del Metal, adscrita a la Gerencia de Colada, la cual debe garantizar la disponibilidad de los equipos, sistemas e instalaciones requeridas en los procesos de recepción, distribución y preparación de metal, además de recepcionar, pesar y administrar la chatarra de aluminio generada en los procesos de colada, así como también de las generadas por otras unidades de producción, a fin de

mantener control sobre las mismas y tomar las acciones inherentes para su procesamiento e incorporación al proceso productivo correspondiente.

En estas dos unidades se realizarán la evaluación operativa y económica del horno de fusión donde se determinarán los niveles de generación de chatarra y en base a esto, determinar las características técnicas del horno propuesto, cotizaciones y costos de operación, además de su ubicación dentro de la Sala de Colada.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Una de las limitaciones para este proyecto, es que todos los cálculos referentes al procesamiento de chatarra y su distribución en hornos, necesarios para la evaluación operativa, serán realizados a partir de datos comprendidos entre los años 2005 y 2009, ya que la información referente al año 2010, (niveles de producción de aluminio líquido, procesamiento y generación de chatarra) no representan los valores normales y/o estándares de producción, ya que estos procesos productivos se vieron afectados por la desincorporación temporal de cierto número de celdas del área de Reducción, con motivo de las medidas dictadas por el Gobierno Nacional en función del plan nacional de ahorro energético; disminuyendo así, el suministro de aluminio primario al área de Colada y por ende, su producción. Además se presentaron inconvenientes con el tiempo disponible para la observación del horno basculante, la cual solo se dio en la segunda jornada de trabajo (7:00am-3:00pm) y con la poca y tardía respuesta de cotizaciones económicas sobre hornos de fusión por empresas extranjeras consultadas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La industria Venezolana de Aluminio C.A. (CVG VENALUM), adscrita al Ministerio de Industrias Básicas y Minería (MIBAM), y a La Corporación Venezolana de Guayana (CVG), es de capital mixto y por su condición jurídica es una Compañía Anónima.

2.1 Reseña histórica de la Empresa

La industria Venezolana del Aluminio CA. (CVG VENALUM), se constituyó el 29 de Agosto de 1.973, con el objeto de producir aluminio primario. Convirtiéndose en una empresa mixta, con una capacidad de 150.000 TM/ Año y un capital mixto de 34.000 millones de bolívares. Fue inaugurada, oficialmente, el 10 de Junio de 1.978. Actualmente es una empresa con 80% de capital venezolano, representado por La Corporación Venezolana de Guayana y un 20% de capital extranjero, suscrito por el consorcio Japonés integrado por Showa Denko K.K., Kobe Steel LTD., Sumitomo Chemical Company Ltd., Mitsubishi Aluminium Company Ltd., Marubeni Corporation.

Cuenta con cinco líneas de producción y sus principales productos son: lingotes de 680 Kg., que comercializa a partir del año 2000, lingote de 22 Kg., cilindros para extrusión y aluminio líquido que suministra a varias transformadoras de la zona (Sural y Pianmecca).

CVG VENALUM está ubicada en La Zona Industrial Matanzas en Ciudad Guayana, urbe creada por decreto presidencial el 02 de Julio de 1.961 mediante fusión de Puerto Ordaz y San Félix. La escogencia de la región Guayana, como sede en la gran industria del aluminio, se debe a que se encuentra rodeada por los ríos más caudalosos del país: Orinoco, Caroní, Paraguas y Cuyuní, entre otros. La presa “Simón Bolívar” en Gurí, es una de las plantas hidroeléctricas de mayor potencia instalada en el mundo y su energía es requerida para la producción de aluminio.

La posibilidad de navegación a través del Río Orinoco en barcos de gran calado en una distancia aproximada de 184 millas náuticas (314Km), hasta el Mar Caribe y de allí a todos los puertos del mundo, aumenta las posibilidades de comercialización de los productos. Estos privilegios y virtudes habidos en la región de Guayana, determinan su notable independencia en materias de insumos y un alto grado de integración vertical en el proceso de producción de aluminio (ver figura 1).



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

Desde su inauguración, CVG VENALUM se ha convertido, paulatinamente en uno de los pilares fundamentales de la economía venezolana, siendo a su vez en su tipo, una de las plantas más grandes de Latinoamérica, con una capacidad instalada de 430.000 TM por año.

Esta importante empresa, además de superar su capacidad instalada en producción de 430 Mil Toneladas al año por cuatro años consecutivos, 2002 – 2005, ha dado un vuelco significativo a su política de comercialización destinando un mayor porcentaje de venta a los clientes nacionales, apuntando con ello al impulso. Asimismo, cuenta con la Certificación de la Norma ISO 9001- 2000, con sus áreas medulares de producción: Colada, Reducción y Carbón, lo que la posiciona como una industria que satisface los requerimientos de sus clientes.

En una nueva etapa de la República Bolivariana de Venezuela, caracterizada principalmente por el proceso de cambio revolucionario que apunta hacia el desarrollo de una economía productiva, alcanzar la justicia social, construir la democracia Bolivariana, fortalecer la soberanía Nacional y promover un mundo multipolar, CVG VENALUM como ente adscrito al Estado Venezolano tiene la misión de contribuir en la concreción de dichas estrategias y apalancar las iniciativas trazadas hacia la construcción del Socialismo del Siglo XXI, en áreas de fomentar una mejor calidad de vida para todos.

2.2 Funciones de la empresa

La industria venezolana del aluminio, tiene como principal función producir y comercializar aluminio primario en forma rentable. Para cumplir con este propósito CVG VENALUM se orienta hacia aquellos productos y mercados que resulten estratégicamente atractivos. Es una empresa orientada a la excelencia, a los costos más bajos posibles de la industria y participar en aquellos negocios que ofrezcan las mayores posibilidades de crecimientos y utilidad. Entre las funciones que conforman la industria del aluminio se pueden mencionar:

- a) Producción:** Alcanzar el nivel óptimo de productividad, respondiendo a las exigencias del mercado bajo controles de calidad establecidos, asegurando las mejores condiciones de rentabilidad y seguridad, en concordancia con la capacidad instalada y de acuerdo a las exigencias de los mercados internacionales con relación a calidad, costo y oportunidad.
- b) Comercialización:** Optimizar la gestión de comercialización para elevar las ventas de la empresa y cumplir oportunamente con los requerimientos y necesidades del mercado.
- c) Tecnología:** Establecer y desarrollar la tecnología adecuada para alcanzar una producción eficiente, que aumente la competitividad de la industria del aluminio.
- d) Mercado y Ventas:** Maximizar los ingresos de la empresa mediante la venta, de productos, cumpliendo oportunamente con los clientes, con la calidad requerida y a precios competitivos.
- e) Procura:** Garantizar la adquisición de materia prima, equipos, insumos y servicios en la calidad y oportunidad requerida a costos competitivos.
- f) Finanzas:** Mantener una adecuada estructura financiera que contribuya a mejorar la competitividad y el valor de la empresa.
- g) Organización:** Disponer de una óptima Estructura Organizativa de los sistemas de soportes que faciliten el cabal cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- h) Recursos Humanos:** Disponer de un recurso humano competente, identificado con la organización de la empresa y asegurar que sea el más efectivo y especializado.

2.3 Espacio Físico

La empresa cuenta con un área suficiente para su infraestructura actual y para desarrollar más su capacidad en el futuro. A continuación se presenta un cuadro de las divisiones de la Empresa:

Tabla 1: Divisiones de la Empresa

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

Fuente: Manual de Inducción de CVG. VENALUM.

2.4 Objetivos de CVG VENALUM

Tabla 2: Objetivos de la Empresa

LÍNEAS GENERALES	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
Proyecto Simón Bolívar, plan de desarrollo económico y social de la nación	CVG VENALUM
Nueva ética socialista	Contribuir a la formación de la conciencia revolucionaria de los trabajadores
Suprema felicidad social	<ul style="list-style-type: none"> ○ Garantizar el disfrute de los derechos sociales de los trabajadores y sus familiares ○ Contribuir al disfrute de los derechos socioeconómicos de las comunidades
Democracia protagónica revolucionaria	Construir la estructura institucional necesaria para el desarrollo del poder popular, en función de garantizar la participación protagónica

Nueva geopolítica nacional	<ul style="list-style-type: none"> ○ Diversificar los canales de división del producto hasta llegar a todas las áreas del país ○ Promover proyectos en el sector del aluminio que diversifiquen la producción territorial
Nueva geopolítica internacional	Profundizar y desarrollar relaciones comerciales con áreas de interés geoestratégicas

Fuente: Manual de inducción CVG VENALUM

2.5 Misión

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

2.6 Visión

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

2.7 Política de calidad

- Productividad y Rentabilidad

La Empresa deberá orientar su gestión a garantizar la máxima productividad y rentabilidad en armonía con el avance técnico de la industria

y la situación del mercado del aluminio, explotando las oportunidades de sinergia de acción que identifiquen los diferentes ámbitos de competencia.

- Comercial

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

- Calidad y Ambiente

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

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

- Social

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

- Desarrollo

CVG VENALUM deberá impulsar el desarrollo integral y sostenido del sector del aluminio, orientando su acción como una extensión regional del

Estado en Pro de la reactivación, desarrollo y consolidación de la cadena transformadora nacional y del parque metalmecánica conexo.

2.8 Descripción de la Empresa

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

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

Los procesos productivos son los siguientes:

A) La Planta de Carbón, la cual está compuesta por las siguientes áreas:

- Planta de Molienda y Compactación

Su objetivo es la elaboración de bloques de ánodos verdes, los cuales son consumidos en las salas de celdas. Para producir un bloque de carbón es necesario mezclar la materia prima: Coque de petróleo calcinado, Alquitrán y el remanente de los ánodos contenidos en las celdas (cabos). Un bloque de ánodo verde tiene un peso de 900 kg aproximadamente, un 50% de éste ánodo es consumido para producir cerca de 1.000 kg de Aluminio. Se requiere de una producción diaria de 720 ánodos para satisfacer las necesidades de las salas de celdas (ver figura2).



Figura 2: Fachada de Planta de Carbón
Fuente: Intranet CVG VENALUM

- Hornos de Cocción

Los ánodos verdes son colocados en hornos de cocción, con la finalidad de mejorar su dureza y conductividad eléctrica, que garantice la eficiencia del proceso electrolítico.

- Sala de Envarillado

En esta área los ánodos cocidos son acoplados a una barra conductora de electricidad.

B) Planta de Reducción

En esta área se lleva a cabo el proceso de reducción electrolítica que hace posible la transformación de alúmina en aluminio, obteniéndose así, el aluminio líquido que luego es trasegado (vaciado en crisoles) y transportado al área de Colada. El área de Reducción está conformada por tres (3) Complejos de Reducción que son: Complejo I, Complejo II y V (ver figura 3).



Figura 3: Planta de Reducción Celda Electrolytica

Fuente: Intranet CVG VENALUM

Cada Complejo tiene dos (2) líneas de celdas, conectadas en serie y cada línea cuenta con dos salas de celdas y cada sala cuenta con noventa (90) para un total de 900 celdas, de las cuales 720 son de tecnología Reynolds y 180 de tecnología Hidro Aluminium. Así mismo en V Línea existen cinco (5) celdas experimentales V-350, conformando una parte del proyecto desarrollado por Ingenieros venezolanos al servicio de la empresa, lo que representa uno de los más grandes proyectos tecnológicos ejecutado por profesionales Venezolanos. El funcionamiento de las celdas electrolíticas, así como la regulación y distribución del flujo de corriente eléctrica, son supervisados por un sistema computarizado que ejerce control sobre el voltaje, la rotura de costra, la alimentación de alúmina, y el estado general de las celdas.

C) Sala de Colada

El aluminio líquido obtenido en las salas de celdas es trasegado y trasladado en crisoles al área de Colada, donde se elaboran los productos terminados. El aluminio se vierte en hornos de retención y se le agregan, si es requerido por los clientes, los aleantes que necesitan algunos productos.

Cada horno de retención determina la colada de una forma específica: lingotes de 10 kg con capacidad nominal de 20.100 t/año., lingotes de 22kg con capacidad de 250.000 t/año, lingotes de 680kg. con capacidad de 100.000 t/año, cilindros con capacidad para 85.000 t/año, y metal liquido. Concluido este proceso el aluminio está listo para la venta a los mercados nacionales e internacionales.

Colada cuenta con 13 hornos de retención y uno de fusión-retención, dos líneas de producción de cilindros para extrusión así como dos sierras de cortes. Además, en la línea de producción de cilindros, existen dos hornos, uno de homogeneizado (tipo Bach) y el otro de homogeneizado continuo. Como resultado al Proyecto de aumento de la producción de cilindros, se encuentra en etapa inicial el arranque de la unidad vertical N° 3 la cual cuenta con una nueva planta de homogeneizado continuo y corte de cilindros. (ver figura 4)



Figura 4: Fachada Planta de Colada
Fuente: Intranet CVG VENALUM

D) Laboratorio

En esta instalación se controla la composición química del electrolito, metal producido y materias primas, además se analizan los contaminantes producidos en el proceso de electrólisis.

E) Instalaciones auxiliares

Son aquellas instalaciones que no forman parte del proceso, pero que son indispensables para el buen funcionamiento de la planta, estas son:

- Instalaciones auxiliares de soporte: Patio de productos terminados y Materias primas, Suministro de aguas industriales, Potable y Contra incendios, Aire comprimido y tratamiento de Aguas negras.
- Oficinas de Servicios Sociales.
- Talleres, Almacén y Muelle.

A continuación se presenta una imagen del Proceso Productivo (ver figura 5):



Figura 5: Proceso productivo de CVG VENTALUM

Fuente: Intranet CVG VENTALUM

2.9 Estructura Organizativa

La estructura organizativa de CVG VENALUM es de tipo lineal y de asesoría, donde las líneas de autoridad y responsabilidad se encuentran bien definidas, actualmente fue restaurada y aprobada por la Corporación Venezolana de Guayana el 28 de Febrero del 2002, debido a la disolución de la Industria Aluminio de Venezuela (ver figura 6).

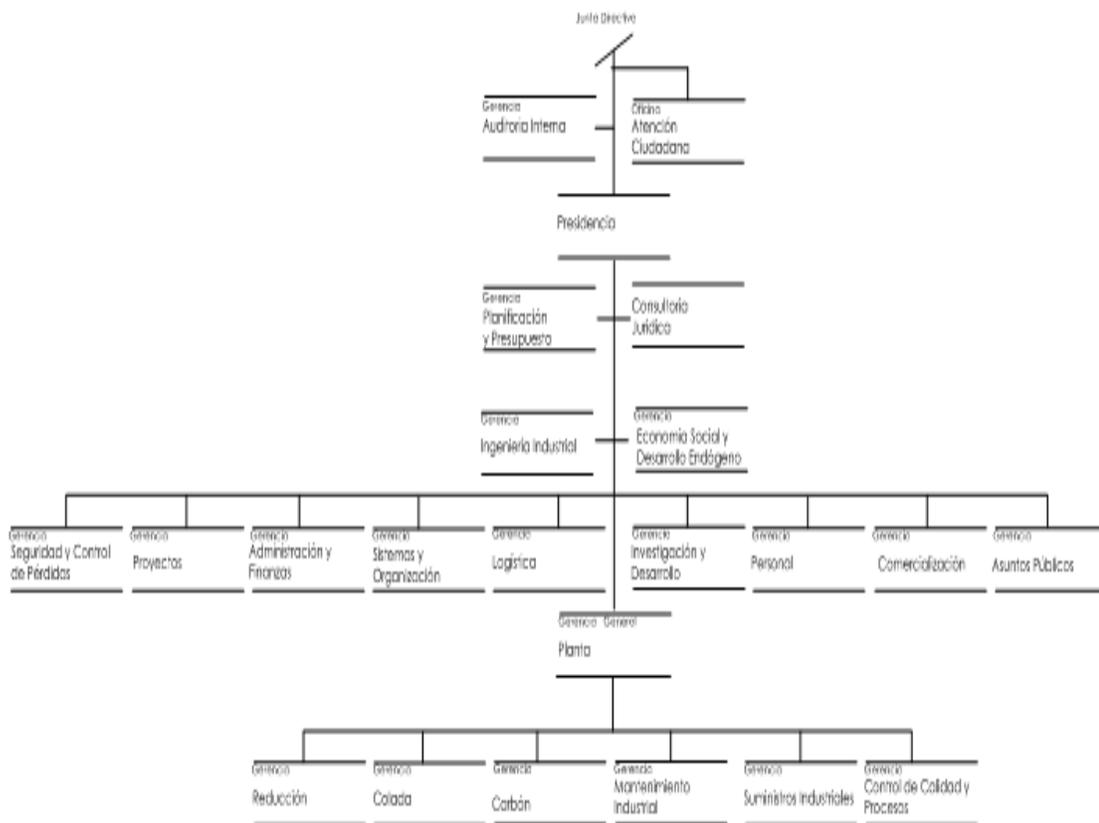


Figura 6: Estructura Organizativa General
Fuente: Intranet de CVG VENALUM

A continuación se hace una breve descripción de las unidades involucradas en la investigación:

Gerencia de Proyectos

Es una unidad lineo-funcional, adscrita a la Presidencia y su misión es garantizar la planificación, desarrollo, evaluación y ejecución de los proyectos de obras e infraestructura civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación y ambiental de la empresa, formuladas por las diferentes Unidades Organizativas; así como, la instalación y mejora de los equipos y sistemas industriales cuando sea requerido, a fin de disponer de una infraestructura adecuada para el funcionamiento de las operaciones y optimizar la ejecución de sus procesos, en términos de oportunidad y menor costos, de acuerdo con las, normas técnicas, ambientales, legales y procedimientos establecidos.

Debido a que el trabajo se basa en el desarrollo de un estudio de factibilidad económica para la adquisición de un horno de fusión para el Centro de Manejo de Materiales Asociados a la Distribución y Preparación de Aluminio líquido en la Sala de Colada, esta investigación está bajo la tutoría de la división de Proyectos Estratégicos, la cual está adscrita a la Gerencia Proyectos y se encarga de asegurar la gestión para el desarrollo de ingeniería básica y detalle, la ingeniería de costos, los paquetes de construcción, así como la correspondiente evaluación técnica económica de los proyectos estratégicos del portafolio de la empresa (ver figura 7).

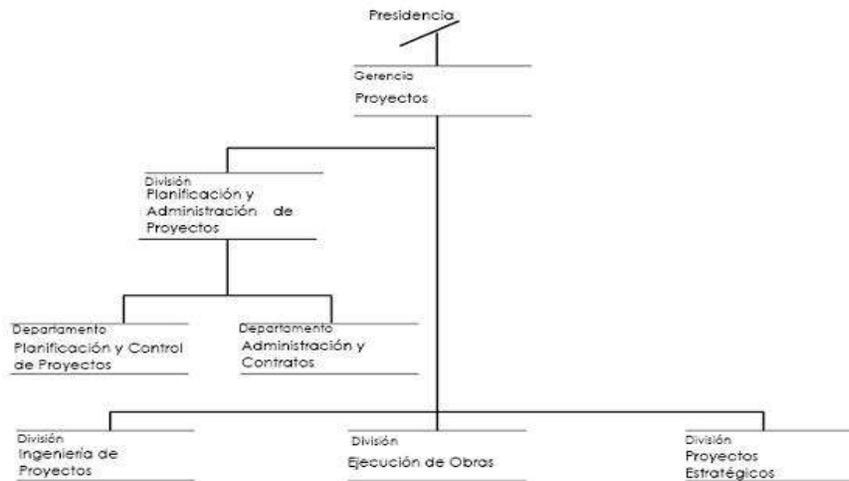


Figura 7: Estructura organizativa de la gerencia de proyectos
Fuente: Intranet CVG VENALUM

Gerencia de Colada

Es una unidad lineo-funcional adscrita a la Gerencia General de Planta, su misión es garantizar el cumplimiento de las metas de producción de conformidad con los planes de producción y despacho establecidos, a fin de lograr la obtención del producto terminado y despacho del metal líquido y sólido para la venta, en condiciones de calidad, oportunidad y costos competitivos, mediante el mejoramiento continuo de los procesos humano social, técnicos y administrativos.

Adscrita a esta gerencia se encuentra la superintendencia Distribución y Preparación de Metal, la cual vela por el suministro de metal líquido preparado a las unidades de producción, así como el despacho de aluminio líquido a clientes internos y externos, a fin de satisfacer los requerimientos de los clientes, en función de los programas establecidos, composición química y condiciones de entrega en conformidad con los parámetros de calidad, oportunidad y costos requeridos; dicha unidad se encarga del manejo y

programación de carga de chatarra a los hornos, por lo tanto, sería la responsable directamente del funcionamiento del nuevo horno (ver figura 8).

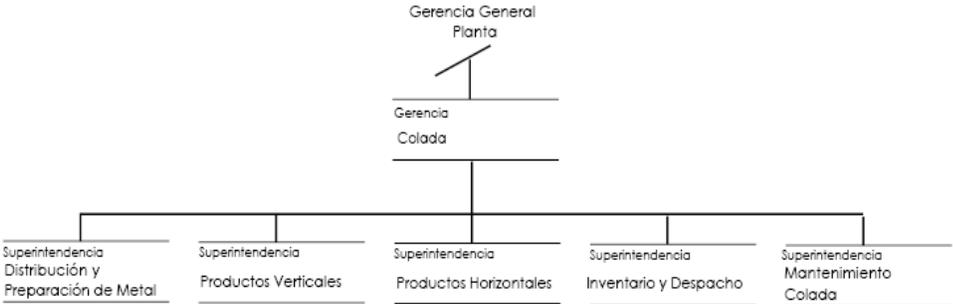


Figura 8: Estructura organizativa de la Gerencia de Colada
Fuente: Intranet CVG VENALUM.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Toda investigación debe de estar enmarcada en un contexto conceptual, académico, administrativo, entre otros. En particular, el contexto conceptual, también es conocido como Marco Teórico, el cual se presenta en este capítulo y se construye en base a la información obtenida tras la búsqueda, ubicación y consulta bibliográfica correspondiente al sustento de los puntos desarrollados en el informe.

3.1 Antecedentes de la investigación

La Gerencia de Proyectos, a través de su División de Proyectos estratégicos desarrollo la metodología y proyectos de ingeniería básica enfocada al crecimiento técnico-operativo de la sala de colada (ver anexo 8) en base a la implementación de un horno de fusión de tipo reverbero, este tipo generalmente rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del hogar donde se hace la lumbre. Tiene siempre chimenea. El combustible no está en contacto directo con el contenido, sino que lo calienta por medio de una llama insuflada sobre él desde otra cámara siendo por tanto el calentamiento indirecto.

Es utilizado para realizar la fusión del concentrado de cobre y separar la escoria, así como para la fundición de mineral y el refinado o la fusión de metales tales hornos se usan en la producción de cobre, estaño y níquel, en la producción de ciertos hormigones y cementos y en el reciclado del

aluminio. Los hornos de reverbero se utilizan para la fundición tanto de metales féreos como de metales no féreos, como cobre latón, bronce y aluminio.

Durante el proceso, se remueve desde una ventana el mineral fundido para que el calor actúe lo más uniformemente posible sobre toda la masa. Constan esencialmente de un hogar, un laboratorio con solera inclinada que permite que “escurra” el metal fundido hacia una canal por la que sale al exterior donde se vierte en los moldes. Sobre esta solera se dispone el material a tratar, extendido y con poca altura. y bóveda y de una chimenea.

El tipo más sencillo quema hulla en una parrilla y la llama, con los productos de la combustión se refleja (reverbera) en la bóveda o techo del horno, atraviesan el espacio que hay sobre la solera (donde se sitúa la carga metálica) y son evacuados por la chimenea, colocada en el extremo opuesto a la parrilla. En la actualidad se emplean más los combustibles gaseosos, Líquidos y el carbón pulverizado, los cuales se insuflan en el horno, mezclados con aire precalentado, por medio de un quemador situado en un extremo.

La capacidad de estos hornos es muy variable, y su campo de aplicación es muy amplio, ya que pueden fundir latones, bronces, aleaciones de aluminio, fundiciones y acero. Consta de un recuperador de calor, al igual que el alto horno, destinados a economizar combustible y alcanzar una temperatura suficientemente elevada para fundir el metal. Están constituidos por dos pares de cámaras, formadas interiormente por una serie de conductos sinuosos de ladrillo refractario. Su funcionamiento es como sigue: Los gases calientes que salen del horno, al pasar a través de los recuperadores, les comunican su calor y, cuando están suficientemente calientes, mediante un dispositivo automático de válvulas, se invierte el sentido de circulación, de forma que el gas y el aire, antes de entrar en el

horno, pasan por los recuperadores calientes y alcanzan temperaturas de 1000 °C a 1200 °C llegando a conseguir de esta forma los 1800 °C. Mientras tanto los gases de la combustión pasan a través de los otros recuperadores que ahora están en periodo de calentamiento.

Los hornos de reverbero son de poca altura y gran longitud. En uno de los extremos se encuentra el hogar donde se quema el combustible, y en el extremo opuesto la chimenea. Las llamas y productos de la combustión atraviesan el horno y son dirigidos, por la bóveda de forma adecuada hacia la solera del horno, donde está situada la carga del metal que se desea fundir. Esta carga se calienta, no solo por su contacto con las llamas y gases calientes sino también por el calor de radiación de la bóveda del horno de reverbero.

Aproximadamente, la superficie de la solera es unas tres veces mayor que la de la parrilla y sus dimensiones oscilan entre un ancho de 150 a 300 cm y una longitud de 450 a 1500 cm. La capacidad de los hornos de reverbero es muy variable y oscila entre los 45 Kg a los 1000 Kg que tienen los pequeños para la fusión de metales no férreos, hasta las 80 t que tienen los mayores para la fusión de la fundición de hierro. Las bajas temperaturas de fusión del aluminio y su facilidad para oxidarse hacen que el cambio a fusión con oxígeno en los Hornos de Reverbero requiera diseños de quemadores específicos para evitar sobrecalentamientos. Este problema no ocurre en los hornos rotativos debido por una parte al giro del horno, que hace que la temperatura en su interior se homogenice con facilidad y por otra a la utilización de sales de protección que evitan sobrecalentamientos del material. La primera de las tecnologías consiste en la utilización de un quemador de baja temperatura de llama que evita sobrecalentamientos, bien de la bóveda bien del aluminio, y amplio desarrollo de la misma, con lo que

se asegura una gran homogeneidad tanto en la transmisión del calor como en la temperatura.

Las tecnologías de combustión con oxígeno en los hornos de reverbero para fusión de aluminio permiten, respecto a la utilización de quemadores de aire frío:

- Incrementar la producción alrededor del 50%
- Reducir el consumo energético entre un 40 y un 50%
- Reducir el volumen de humos emitidos más del 70%
- Reducir las oxidaciones del aluminio más de un 20%

3.2 Hornos de fusión a gas

Un horno industrial de gas es la instalación donde se transforma la energía química de un combustible en calor que se utiliza para aumentar la temperatura de aquellos materiales depositados en su interior y así llevarles al estado necesario para posteriores procedimientos industriales.

Las partes fundamentales de un horno de gas son:

- Hogar o cámara de combustión: donde se alojan los quemadores y se generan los gases de combustión. Puede coincidir con la cámara de calentamiento o ser una cámara independiente.
- Cámara de calentamiento: existen distintos tipos, dependiendo de la forma de operación del horno y de su función.
- Revestimiento aislante: recubre todas las cámaras y equipos del horno.

- Chimenea y tubos de escape de gases de combustión: Suelen ir acoplados a intercambiadores para aprovechamiento de la energía calorífica que poseen, previo a la emisión a la atmósfera.

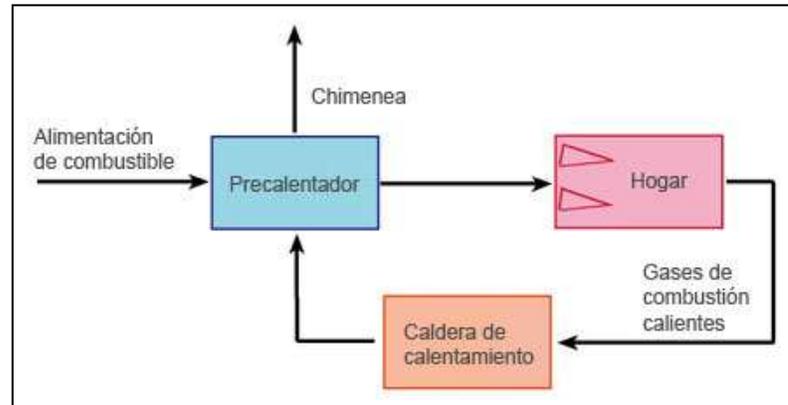


Figura 9: Esquema de horno a gas.
Fuente:<http://www.empresaeiciente.com/es/catalogo-de-tecnologias/hornos-de-gas>

3.3 Clasificación de Hornos de Gas según su función

1. Hornos de Fusión:

Su función es la de fundir los materiales. Hay varios subtipos:

a. Hornos de Crisol

- El material se funde en un crisol metálico o cerámico.
- Los gases salen de la parte inferior y lamen exteriormente el crisol para expulsarse por la parte superior o boca de carga.

b. Hornos de Reverbero

- La carga está en contacto directo con los humos pero no con el combustible.

- Su forma es de cuba rectangular con cámara de combustión separada o quemadores laterales. Los humos se desplazan hacia el otro extremo calentando la carga por convección y por radiación de las llamas y la bóveda refractaria.

c. Cubilotes para fundición

- Horno vertical cilíndrico, similar al horno alto.
- Su función es también parecida a éste, pero sólo se busca la fusión eficaz y no la reducción del mineral de hierro.
- El combustible utilizado es coque o gas natural.

2. Hornos de Recalentar:

Su objetivo es el calentamiento de piezas para procesos como laminación, extrusión, forja, estampación y conformado. En todo momento se mantiene el estado sólido de las piezas, sólo buscándose su reblandecimiento.

El tipo de horno adecuado depende de factores como la forma de las piezas a calentar y la temperatura final fundamentalmente. No obstante hay muchos más parámetros que influyen en la elección del tipo de horno, como por ejemplo, si el horno debe operar en continuo o discontinuamente.

Los tipos más importantes son:

- Hornos **Pit o de Fosa**. Cámara rectangular donde se colocan las piezas a calentar verticalmente y por la parte superior.
- Hornos de **Mufla**. Es una caja con puerta en cuyo interior se alojan los quemadores. La solera puede ser cerámica o metálica.
- Hornos de **Campana**. El material se carga y el horno propiamente dicho se eleva con grúas y se coloca cubriendo la carga.

- Hornos de **Empujadora**. Se emplea para calentar piezas de acero de forma continua. Las piezas son empujadas por una máquina desde la parte frontal.
- Hornos de **Viga Galopante**. Son muy parecidos a los de empujadora, pero con ventajas respecto a estos.
- Hornos de **Vagonetas**. Túnel cuya solera se compone de carros unidos entre sí que avanzan de forma semicontinua.
- Horno de **solera giratoria**. La cámara forma un túnel circular al que acceden los productos de combustión.
- Hornos **Especiales**. Responden a necesidades puntuales y específicas y su precio es muy elevado. Como ejemplo están los equipos de calentamiento por plasma, que pueden alcanzar temperaturas de 50.000 °C o incluso de varios millones de grados, en equipos de fusión nuclear.

3. Hornos de Tratamiento Térmico:

Su función es la de inferir una propiedad al material. Algunos de los tratamientos existentes son:

- Recocido, normalizado, temple, revenido, homogeneizado, solubilización, maduración o envejecimiento, etc.
- Cementación, carbonitruración, nitruración, descarburación, etc.
- Recubrimiento por galvanización, estañado, esmaltado, etc.

3.4 Factores para la elección de un horno

Para que sea correcta la elección de un horno para una aplicación determinada deben tenerse en cuenta diversos factores que pueden agruparse según los tres criterios principales siguientes:

1. Requerimientos y datos del usuario.
2. Posibilidades tecnológicas del constructor.

3. Exigencias y posibilidades económicas.

Requerimientos y datos del usuario:

Exigencias técnicas:

1.- Carga a tratar:

- Naturaleza y forma de la carga o piezas
- Naturaleza del material (calor específico, densidad aparente y real).
- Temperatura inicial.

2.- Tratamiento:

- Ciclo temperatura-tiempo
- Temperatura normal de utilización del horno, máxima y mínima
- Precisión de temperatura requerida
- Presencia o no de atmósfera controlada.

3.- Producción.

- Producción horaria o por ciclo/carga
- Posibilidad de dividir la producción en varios hornos
- Utilización del equipo (horas, días, semanas, etc.).

Exigencias de fabricación: Si se instala el horno dentro de un proceso concreto de fabricación, hay que tener en cuenta:

- El entorno/ambiente general.
- El proceso de fabricación en el que se inserta el horno (operaciones anteriores y posteriores, condiciones de preparación de las cargas).
- Cualificación del personal de explotación y su disponibilidad.
- Posibilidades de mantenimiento y nivel del personal.
- Características de la energía disponible.

- Posibilidades de fluidos auxiliares (agua, aire comprimido, nitrógeno, vapor de agua, etc.) y la salida de fluentes (agua, vapor, etc.).

Posibilidades tecnológicas del constructor:

- Comprobar que el ciclo de temperatura requerido es realizable en condiciones industriales razonables.
- Determinar el horno alrededor de:
- La carga cuando se trata de cargas unitarias grandes, por ejemplo, el recocido de eliminación de tensiones de soldadura de una pieza de calderería gruesa.
- La producción, que es el caso más frecuente, cuando se trata de un gran número de piezas unitarias.
- La capacidad del horno u hornos se determina multiplicando la producción (kg/h) por la duración del ciclo (horas).
- Frecuentemente son las condiciones de enfriamiento las que limitan la carga. Si la carga que se enfría es notablemente inferior a la capacidad de enfriamiento del horno, debe adoptarse un horno continuo o semi-continuo.

Posibilidades económicas del constructor:

- El coste total de explotación de un horno, referido a la unidad producida, es la suma de los siguientes factores principales:
- Coste de la energía.
- Coste de la mano de obra directa.
- Coste de la mano de obra de control y supervisión.
- Coste de las materias consumibles y fluidos diversos (aparte de la energía).
- Amortización de la instalación.
- Coste del mantenimiento.

Para efectuar la elección correcta de un horno es preciso establecer su coste previsto de explotación. Es más que un balance energético. En particular, el factor mantenimiento puede jugar un papel importante, no por su importancia eventual, sino, sobre todo, por el tiempo de inmovilización del horno.

3.5 Distribución de planta (localización de equipos)

La planificación de la distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación. El objetivo de la planificación de la distribución en planta consiste en permitir que los empleados y el equipo trabajen con mayor eficacia.

Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece y/o ha de adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar el momento en el que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que justifican esta última se deben, con frecuencia, a tres tipos básicos de cambios:

- En el volumen de producción, que puede requerir un mayor aprovechamiento del espacio.
- En la tecnología y en los procesos, que pueden motivar un cambio en recorridos de materiales y hombres, así como en la disposición relativa a equipos e instalaciones.
- En el producto, que puede hacer necesarias modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.

La frecuencia de la redistribución dependerá de las exigencias del propio proceso en este sentido. En ocasiones, esto se hace periódicamente, aunque

se limite a la realización de ajustes menores en la distribución instalada (por ejemplo, los cambios de modelo en la Fabricación de automóviles); otras veces, las redistribuciones son continuas, pues están previstas como situación normal y se llevan a cabo casi ininterrumpidamente; pero también se da el caso en el que las redistribuciones no tienen una periodicidad concreta, surgiendo, bien por alguna de las razones expuestas anteriormente, bien porque la existente se considera una mala distribución.

Algunos de los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

Al abordar el problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, se aprecia cómo la distribución en planta, lejos de ser una ciencia, es más bien un arte en el que la pericia y experiencia juegan un papel fundamental. Todas las técnicas son muy simples, puesto que su única utilidad es servir de soporte al verdadero ejecutor que es el ingeniero que desarrolla la distribución.

3.6 Objetivos de la distribución de planta

Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- Unidad. Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligada exclusivamente a la distribución en planta.
- Circulación mínima. El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- Seguridad. La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad. Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

3.7 La maquinaria/equipo como factor de distribución de planta

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar.

El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuáles de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a ésta y cuáles a la mejora del método de trabajo ligada a la misma (incluso hay veces en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados).

En lo que se refiere a la maquinaria, se habrá de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos y utillaje. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

3.8 Inversiones capitalizables

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

1. Construcciones y adquisiciones originales: compra o construcción de un activo fijo nuevo que no existe en la empresa.
2. Ampliaciones: son adiciones a las áreas de trabajo o en cantidad de unidades similares de activos fijos existentes. Son realizadas debido a incrementos futuros en la producción para poder cumplir con los compromisos de ventas contemplados dentro del plan operativo de ventas, definiéndose la capacidad necesaria para cumplir con los compromisos, este tipo de inversión se cataloga como generadora de ingresos, debido a que su propia operación genera bienes, los cuales pueden ser transables para las ventas a terceros.
3. Reemplazo: comprende la sustitución total de un activo fijo que es inapropiado para prestar un rendimiento eficiente en condiciones normales de operación, por otro activo fijo en condiciones óptimas para cumplir su cometido.
4. Reconstrucciones: consiste en la modificación y reparación total y otros cambios que puedan ser efectuados a los activos existentes, de tal

manera que se puedan mejorar las condiciones de trabajo, incrementar la vida útil del activo y buscando disminuir los gastos de la empresa.

5. Adquisiciones: se refiere a la compra de un activo que la empresa no posee, bien sea para mejorar un proceso y las condiciones de trabajo, así como también la adición de nueva tecnología al equipo existente, es por tal razón que se considera a la obsolescencia como causante de la adquisición de equipos para la empresa.
6. Mejoramiento: comprende modificaciones de áreas, para lograr la combinación de las operaciones que mejoren las condiciones de trabajo, por cuanto hay una reducción del costo de la operación o una mejora general que justifica un incremento del activo. Reparaciones extraordinarias, reconstrucciones totales, reemplazos parciales u otros cambios efectuados a los activos existentes dando como resultado un aumento de la eficiencia, productividad y calidad del activo fijo, mejora en su vida útil promedio prevista, o una reducción de costos.
7. Adiciones: toda construcción o adquisición de bienes similares a activos fijos existentes en la empresa.

3.9 Estudio de factibilidad

Un estudio de factibilidad consiste en ordenar las alternativas de solución para el proyecto (que se aspira ejecutar), según los criterios elegidos para asegurar la optimización de los recursos económicos, técnicos y humanos, empleados, y los efectos del proyecto en el área o sector de destino.

El estudio de factibilidad de un proyecto tiene como finalidad:

- Determinar las características técnicas de la operación.
- Fijar los medios para implementar la organización requerida y los problemas humanos que conlleva.

- Establecer los costos de operación.
- Evaluar los recursos disponibles reales o potenciales.

Un estudio de factibilidad arroja resultados determinados, los cuales van a influir en las decisiones tomadas por las personas responsables del proyecto. La evaluación del proyecto estará centrada especialmente en los recursos, los cuales se analizarán en aspectos: operativos, técnicos y económicos, así como en los posibles resultados.

De allí que se contemplan las siguientes factibilidades:

1. Factibilidad operativa: depende de los recursos humanos que participaron en el proyecto. Aquí se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo del proyecto.
2. Factibilidad técnica: se refiere a los recursos que son necesarios para efectuar las actividades que requiere el proyecto.
3. Factibilidad económica: es el elemento más importante, ya que a través de él se solventan las carencias de otros recursos. La factibilidad económica se evalúa a través del análisis de costo-beneficio, el cual compara beneficios y costos del proyecto y, si los primeros exceden a los segundos, se dispone entonces de un primer juicio que indica su viabilidad.

Estas viabilidades son la aprobación de las evaluaciones y se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de un proyecto, ya que dentro de este tendrán iguales niveles de importancia a la hora de llevarlo a cabo; entonces con una evaluación que resulte no viable, el proyecto no será factible. Para realizar un análisis de factibilidad que realmente contribuya al proceso de toma de decisión, es necesario tener en cuenta que cada uno de estos estudios.

El objetivo central del estudio de factibilidad se basa en la necesidad de que cada inversión a acometer esté debidamente fundamentada y documentada, donde las soluciones técnicas, y económicas sean las más ventajosas para la empresa. Por otra parte, debe garantizar que los planes para la ejecución y puesta en explotación de la inversión respondan a las necesidades reales de la organización.

El resultado de los estudios de factibilidad de los trabajos de investigación es la base de las decisiones que se tomen para su introducción, por lo que deben ser lo suficiente precisas para evitar errores que tienen un alto costo social directo, en cuanto a los medios materiales y humanos que involucren; así como por la pérdida de tiempo en la utilización de las variantes de desarrollo más eficientes para la sociedad. Esto sólo se puede asegurar mediante el empleo de procedimientos y de análisis debidamente fundamentados.

La determinación y fundamentación de las bases metodológicas que deben regir los estudios de factibilidad de las investigaciones deben efectuarse con un enfoque sistémico, pues los resultados de las investigaciones al introducirse, modifican una parte de los procesos y sistemas de relaciones existentes. Este primer principio introduce la necesidad de considerar la utilización de todos aquellos métodos de simulación que permitan reproducir con la mayor exactitud posible los sistemas de relaciones, su interacción y los cambios que puede ocasionar el proceso científico-técnico en dichas relaciones. Al analizar la eficiencia económica, tanto de las investigaciones como de las inversiones necesarias para introducir los resultados, se considera como problema central de su determinación, la contraposición amplia y conjunta de gastos y resultados.

3.10 Objetivos del Estudio de Factibilidad

El estudio de factibilidad tiene varios objetivos:

- Saber si podemos producir algo.
- Conocer si la gente lo comprará.
- Saber si lo podremos vender.
- Definir si tendremos ganancias o pérdidas.
- Definir en qué medida y cómo, se integrará a la mujer en condiciones de equidad.
- Definir si contribuirá con la conservación, protección y/o restauración de los recursos naturales y el ambiente.
- Decidir si lo hacemos o buscamos otro negocio.
- Hacer un plan de producción y comercialización.
- Aprovechar al máximo los recursos propios.
- Reconocer cuáles son los puntos débiles de la empresa y reforzarlos.
- Aprovechar las oportunidades de financiamiento, asesoría y mercado. Tomar en cuenta las amenazas del contexto o entorno y soslayarlas.
- Iniciar un negocio con el máximo de seguridad y el mínimo de riesgos posibles.
- Obtener el máximo de beneficios o ganancias.

3.11 Evaluación económica

La evaluación económica de un proyecto permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea si es o no rentable y si siendo conveniente es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño de planta más adecuado. En presencia de varias alternativas de inversión, la evaluación es un medio útil

para fijar un orden de prioridad entre ellas, seleccionando los proyectos más rentables y descartando los que no lo sean.

Los estudios de mercado, así como los técnicos y los económicos, brindan la información necesaria para estimar los flujos esperados de ingresos y costos que se producirán durante la vida útil de un proyecto en cada una de las alternativas posibles.

La comparación de estos flujos de beneficios y costos tiene que ser atribuibles al proyecto. Al decidir sobre la ejecución del mismo no deben tomarse en cuenta los flujos pasados ni las inversiones existentes.

Por lo tanto, la evaluación económica constituye el punto culminante del estudio de factibilidad, pues mide en qué magnitud los beneficios que se obtienen con la ejecución del proyecto superan los costos y los gastos para su materialización.

El objetivo fundamental de la evaluación económica es evaluar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos. En el primer criterio mencionado encontraremos los más representativos y usados para tomar decisiones de inversión, es decir nos referimos al Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Período de Recuperación, teniendo en cuenta en este criterio el valor del dinero en el tiempo, por lo que se transforma en el Período de Recuperación Descontado (PRD) y Razón Costo / Beneficio o Índice de Rentabilidad. En los criterios cualitativos se puede utilizar el que mayor garantía tiene.

3.12 Criterios de evaluación

En la evaluación de proyectos de inversión para decidir si es conveniente o no acometerlo no debemos solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino que se requiere también de criterios de evaluación,

para seleccionar las oportunidades de inversión más rentables y por tanto más convenientes.

Los criterios de evaluación que se aplican con más frecuencia por los analistas de proyectos, consisten en comparar precisamente los flujos de ingresos con los flujos de costos y los mismos se clasifican en dos categorías generales, que son las técnicas para el análisis de la rentabilidad de la inversión (con y sin financiamiento) y las técnicas para el análisis financiero.

A la primera categoría pertenecen el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno y a la segunda los análisis de liquidez.

Valor presente neto

También se conoce como el valor actual neto (VAN); definiéndose como la diferencia entre los ingresos y egresos (incluida como egreso de la inversión) a valores actualizados o la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial.

El valor presente neto es simplemente la suma actualizada al presente de todos los beneficios, costos e inversiones del proyecto. A efectos prácticos, es la suma actualizada de los flujos netos de cada período. El valor presente neto es el método más conocido y el más aceptado. Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello se calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero.

Si $VAN > 0$, mostrará cuánto se gana con el proyecto. Si $VAN = 0$, la rentabilidad del proyecto es igual a la tasa i que se quería lograr sobre el

capital invertido, y si el VAN<0, muestra el monto que falta para ganar la tasa i que se quería.

$$VAN = \sum_{n=1}^t \frac{F_n}{(1+r)^n} + I_0$$

Donde:

F_n : Flujo de beneficios (o costos) netos para el período t

i : La tasa de descuento pertinente

T : El horizonte del proyecto

I_0 : La inversión inicial (las inversiones que se realizan en un período t están incluidas)

F_t : Este es un término que se resta, pues representa una salida de recursos.

En otras palabras, se actualizan todos los flujos netos al momento 0 y se restan las inversiones (que ya están expresadas en moneda del momento 0).

Tasa interna de retorno

La TIR se define, de manera operativa, como la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. La relación entre el VAN y la tasa de descuento es una relación inversa como surge de la fórmula del VAN: un aumento de la tasa disminuye el valor actual neto. Esto, en particular, en los proyectos “bien conformados”, esto es, en aquellos que tienen uno o varios períodos de flujos negativos al inicio y luego generan beneficios netos durante el resto de su vida.

La TIR se compara con la tasa de interés relevante (es decir, con la rentabilidad de la mejor alternativa de uso de los recursos que se emplean en el proyecto) y se aceptan todos aquellos en los que la TIR es igual o superior:

- Un proyecto tiene $TIR >$ Tasa de interés de oportunidad, entonces se puede aceptar,

- La $TIR < \text{Tasa de interés de oportunidad}$, se rechaza, y
- La $TIR = \text{Tasa de interés de oportunidad}$, hay indiferencia frente al proyecto.

Tal como puede apreciarse, en la mayoría de los casos, la condición de elegibilidad es similar a la que surgiría con el uso del VAN, ya que si la TIR es la tasa que hace que $VAN = 0$, entonces cualquier tasa que sea menor o igual que la TIR hará que el VAN sea mayor que 0. Esta es solo una consecuencia lógica del criterio: en los proyectos “bien conformados”, si se cumple que la TIR es mayor o igual que la tasa relevante, el VAN será mayor o igual a cero.

La tasa interna de retorno o rendimiento (TIR) representa la rentabilidad general del proyecto y es la tasa de actualización o de descuento, a la cual el valor actual del flujo de ingresos en efectivo es igual al valor actual del flujo de egresos en efectivo. En otros términos se dice que la TIR corresponde a la tasa de interés que torna cero el VAN de un proyecto, anulándose la rentabilidad del mismo. De esta forma se puede conocer hasta qué nivel puede crecer la tasa de descuento y aún el proyecto sigue siendo rentable financieramente.

Costo anual uniforme equivalente

Consiste en convertir todos los ingresos y egresos en una serie uniforme de pagos, teniendo en cuenta la tasa de interés de oportunidad (TIO). Si el CAUE es positivo, es porque los ingresos son mayores que los egresos y por lo tanto, el proyecto puede realizarse; pero si el CAUE es negativo, es porque los ingresos son menores que los egresos, y en consecuencia, proyecto debe ser rechazado.

$$P = R \frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \quad R = \frac{P i}{1-(1+i)^{-n}}$$

$$F = R \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad R = \frac{F i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

P = Pago inicial (inversión inicial)

F = Ingreso o egreso durante la vida útil del proyecto

R = Ingreso o egreso uniforme

N= Número de períodos o vida útil del proyecto

I = Tasa de interés de oportunidad o costo del dinero utilizado en la inversión

Razón beneficio - costo

Este indicador, conocido también como Índice del valor actual, compara el valor actual de las entradas de efectivo futuras con el valor actual, tanto del desembolso original como de otros gastos en que se incurran en el período de operación.

3.13 Costo

Es el sacrificio, o esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo las cuales son aquellos de tipo operativos, como por ejemplo: pagar los sueldos al personal de producción, comprar materiales, fabricar un producto, venderlo, prestar un servicio, obtener fondos para financiarnos, administrar la empresa, etc. Si no se logra el objetivo deseado, decimos que tenemos una pérdida. La mercadería que se deteriora por contaminación y queda inutilizada, es una pérdida; porque, a pesar del esfuerzo económico no tiene un objetivo determinado.

También es necesario precisar algunos conceptos que se utilizan para definir y caracterizar aspectos relacionados con el tema que estamos analizando. Por ejemplo: Desembolso, Amortizaciones e Inversión.

- El costo es fundamentalmente un concepto económico, que influye en el resultado de la empresa.
- El desembolso es un concepto de tipo financiero, que forma parte del manejo de dinero. Su incidencia está relacionada con los movimientos (ingresos y egresos) de caja o tesorería.

3.14 Tipos de costos

Es necesario clasificar los costos de acuerdo a categorías o grupos, de manera tal que posean ciertas características comunes para poder realizar los cálculos, el análisis y presentar la información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

Clasificación según la función que cumplen

- Costo de Producción:** Son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación.
- Costo de Comercialización:** Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes.
- Costo de Administración:** Son aquellos costos necesarios para la gestión del negocio.
- Costo de financiación:** Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio.

Clasificación según su grado de variabilidad

Esta clasificación es importante para la realización de estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculado con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.

- a. **Costos Fijos:** Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa.
- b. **Costos Variables:** Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender".

Clasificación según su asignación

- a. **Costos Directos:** Son aquellos costos que se asigna directamente a una unidad de producción. Por lo general se asimilan a los costos variables.
- b. **Costos Indirectos:** Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

Clasificación según su comportamiento

- a. **Costo Variable Unitario:** Es el costo que se asigna directamente a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa, la unidad de envases y embalajes, la unidad de comisión por ventas, etc.
- b. **Costo Variable Total:** Es el costo que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado; sea éste mensual, anual o cualquier otra periodicidad.

La fórmula del costo variable total es la siguiente:

$$\text{Costo Variable Total} = \text{Costo Variable Unitario} \times \text{Cantidad}$$

Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales.

En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios.

- a. **Costo Fijo Total:** Es la suma de todos los costos fijos de la empresa
- b. **Costo Fijo Unitario:** Es el costo fijo total dividido por la cantidad de productos fabricados o servicios brindados.

$$\text{Costo fijo Unitario} = \text{Costo Fijo Total} / \text{Cantidad}$$

- c. **Costo Total:** Es la suma del Costo Variable más el Costo Fijo. Se puede expresar en Valores Unitarios o en Valores Totales

$$\text{Costo Total unitario} = \text{Costo Variable unitario} + \text{Costo Fijo unitario}$$

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Variable Total} + \text{Costo Fijo Total}$$

3.15 Definición de términos básicos

Chatarra: La chatarra es el metal sólido (aluminio o hierro) que se utiliza como materia en los procesos de fabricación de productos terminados, que se ha obtenido de distintas formas, como residuo en el proceso y que es reutilizada.

Complejo I, II y V línea: Áreas de producción de CVG VENALUM donde se lleva a cabo el proceso de reducción del aluminio en celdas eléctricas, obteniendo aluminio líquido.

Flujo de costos: Representación gráfica de los costos e ingresos que pueden darse para una situación económica específica durante un número finito o infinito de años.

Horno basculante: Horno de fusión reverbero el cual consta de dos cilindros hidráulicos por medio de los cuales se balancea para realizar el vaciado del aluminio líquido por gravedad.

Inflación: Es el incremento sostenido y generalizado en los precios, los bienes y los servicios. Las causas que la provocan son variadas, aunque destacan el crecimiento del dinero en circulación, que favorece una mayor demanda, o del costo de los factores de la producción (materias primas, energía, salarios, etc). Si se produce una baja continua de los precios se denomina deflación.

-Proceso de homogeneizado: es un tratamiento térmico a temperaturas relativamente altas, donde se busca reducir las tensiones en los productos de colada, las cuales al efectuar el corte para obtener el producto final (aluminio sólido), podrían provocar grietas.

Productividad: Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser

definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida

Rata de fusión: Valor numérico, que hace referencia a la cantidad (toneladas) de aluminio sólido que es fundido en una hora (t/h).

Sistema horizontal: Sistema agrupado por aquellos hornos de retención y maquinaria de lingotes y pailas, los cuales realizar el vaciado de aluminio líquido de forma continua y con movimiento horizontal.

Sistema vertical: Sistema agrupado por aquellos hornos de retención y las mesas de colada de cilindros para extrusión, que realizan el vaciado de aluminio líquido de forma continua y con un movimiento vertical.

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

vez será menor que los posibles intereses ganados en una inversión industrial.

Trasegado: Operación por medio de la cual se vacía el aluminio líquido de las celdas eléctricas a los crisoles.

-Termocupla: Es el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mili-volts el cual aumenta con la temperatura.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se especifica la metodología a utilizar para la realización de este trabajo referente a la evaluación operativa y económica de un horno de fusión en la planta de Colada de CVG VENALUM.

4.1 Tipo de investigación

La investigación científica es un proceso metódico y sistemático, dirigido a la solución de problemas o preguntas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución a dicho problema, por lo tanto, la investigación que se desarrollará es de tipo descriptiva y proyectiva. Investigación descriptiva ya que, para fijar las especificaciones del horno propuesto, es necesaria la caracterización del proceso de generación y refusión de la misma, fijando los niveles de producción de aluminio líquido, aluminio procesado, chatarra generada y distribución en los hornos. Además se clasifica como proyectiva, en referencia a lo establecido por HURTADO, J. (1998) “la investigación proyectiva intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de investigación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta. Dentro de esta categoría entran los proyectos factibles”.

Por lo tanto, esta investigación coincide con este tipo, ya que su finalidad es el desarrollo de un estudio de factibilidad económica basado en la evaluación de alternativas de inversión para la adquisición de un horno de fusión diseñado a partir de las necesidades presentes y futuras que se tendrán en la Sala de Colada respecto al procesamiento de la chatarra.

4.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es la estrategia general que se adopta para responder al problema planteado, por lo tanto, la investigación desarrollada es de tipo documental y de campo, en base a lo expresado por HURTADO, J. (1998) “La investigación documental Es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos, mientras que la de campo, consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”.

Se basa en una investigación documental ya que parte del proceso se desarrollará en la búsqueda, recolección y análisis de datos secundarios (datos históricos) a partir del año 2005 hasta el 2009 para el análisis de producción de chatarra y su distribución en hornos y en base a esta información establecer la capacidad y características tecnológicas del horno. También hace referencia a un diseño de campo, ya que, para el establecimiento del horno dentro de la sala de colada es necesario hacer vistas y de este modo comparar y seleccionar la ubicación más favorable de éste para el proceso productivo.

4.3 Población y Muestra

Dentro de la investigación, para la parte de la evaluación operativa, la población seleccionada son los datos históricos registrados en el Sistema

Integral de Colada (SIC) de la base de datos de CVG VENALUM sobre la producción de aluminio sólido (cilindros para extrusión, lingotes y pailas) y la chatarra generada para el período que abarca del año 2005 al año 2009, ya que la población está determinada por sus características definitorias, tal como lo define HURTADO, J. (1998) “el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina **población** o **universo**. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación, entonces, una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones”.

La muestra seleccionada para el estudio según HURTADO, J. (1998) que describe “Una muestra es un conjunto de unidades, una porción del total, que representa la conducta del universo en su conjunto. En un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que se llama universo o población y que sirve para representarlo”, son los informes y datos registrados en el período establecido, en relación con:

- Chatarra Cargada,
- Destino de crisoles recibidos.
- Informe semanal de producción.
- Producción diaria.

De esta información se obtendrán los datos bases para el análisis sobre los niveles de producción total y niveles de generación de chatarra tanto interna y externa, permitiendo así evaluar la situación actual de procesamiento de chatarra en los distintos hornos de la Sala de colada.

Ahora bien, la evaluación económica, que consiste en un estudio de factibilidad para la adquisición de un horno de fusión, la muestra sometida a estudio es igual a la población, es decir el horno basculante, el cual es

tomado como referencia para la determinación de los requerimientos económicos, tecnológicos y de personal del horno de fusión propuesto.

4.4 Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos

Para la ejecución del trabajo de investigación fue necesario seleccionar las técnicas de recolección de datos e información pertinentes para responder al problema planteado.

Análisis documental

Esta técnica hace referencia al proceso de recolección y análisis de información ya publicada o registros relacionados al problema. Para la ejecución de la investigación se consultará los datos de producción de Colada, del período 2005 al 2009, suministrados por la Gerencia de Colada y la Gerencia de Proyectos, de igual manera se consultará cotizaciones de compra sobre hornos de fusión.

Observación directa

Es una técnica que consiste en visualizar en forma sistemática cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. La observación que se realizara será simple, ya que se observara de manera neutral el proceso de preparación y manejo del metal líquido, el proceso de colada para obtener el aluminio sólido, los puntos de generación de la chatarra y las áreas disponibles en la sala de colada para la instalación del horno y de esta manera seleccionar la mejor ubicación, en función a las necesidades presentes y futuras de refusión de chatarra.

Entrevistas

La entrevista es una técnica basada en el dialogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida.

Se llevara a cabo una serie de entrevistas no estructuradas, es decir, sin una guía o patrón de preguntas elaboradas previamente; sin embargo no se perderá de vista el objetivo primordial de la entrevista sobre el tema de generación y refusión de la chatarra. Las entrevistas se realizaran a:

- Dos (2) Especialistas del Área de Colada.
- Dos (2) Operadores de manejo y preparación del metal.

4.5 Procedimiento de recolección de datos

A continuación se presenta una lista de actividades secuenciales necesarias para la ejecución del proyecto de investigación:

1. Revisión de las prácticas de trabajo de la Sala de Colada, con la finalidad de conocer los distintos tipos de procesamiento del aluminio líquido, los cuales son el Sistema horizontal (producción de lingotes y pailas) y el Sistema vertical (producción de cilindros para extrusión).
2. Entrevistas con el personal de planta de colada (2 especialistas de colada y 1 operador) en base a obtener información sobre la generación de chatarra interna y externa y su procesamiento en los hornos.
3. Observación directa de generación de chatarra en los sistemas de producción y la manipulación que recibe.

4. Búsqueda de informes y reportes operativos sobre los niveles de Producción de aluminio sólido, Producción diaria, Generación de chatarra y Procesamiento y distribución de chatarra en hornos, para los años del 2005 al 2009 en el Sistema Integral de Colada (Software).
5. Analizar el comportamiento de la producción de aluminio sólido vs. La generación y procesamiento de la chatarra para el periodo de estudio, del año 2005 al 2009.
6. Revisión de información teórica y operativa sobre hornos de fusión y su implementación.
7. Desarrollo de propuesta de un horno de fusión con sus características operativas básicas.
8. Búsqueda de cotización de hornos.
9. Búsqueda de información del horno basculante referente a requerimientos de tecnología, personal y equipos móviles necesarios para su funcionamiento, que serán de ayuda para el establecimiento de los requerimientos del nuevo horno.
10. Revisión de planos de la sala de colada para la ubicación estratégica del nuevo horno de fusión.
11. Desarrollo de cálculos económicos para la selección de la mejor alternativa para la adquisición del horno de fusión.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

La producción de aluminio sólido en CVG VENALUM comienza con la llegada de los crisoles al área de colada provenientes de las salas de reducción, los cuales son ubicados en las balanzas para su inspección y distribución. A través del dispositivo termocupla es medida la temperatura del aluminio líquido y además se realiza una verificación de su composición química a través del envío de la muestra sólida al laboratorio.

Una vez que se obtiene los resultados del aluminio, se dispone a seleccionar el horno al cual se va a hacer el vaciado, a través del sistema integral de colada, donde por medio de un balanceo se selecciona; por ejemplo; si el horno 4 tiene contenido aluminio con una composición de .18%Fe y llega un crisol con aluminio alto en hierro, este no puede ser vaciado en el horno 4 ya que aumentará la cantidad de hierro y se contaminara; será necesario un crisol con aluminio más puro para ser vertido en el horno 4, ya que, el metal líquido es aceptado por el Sistema Integral de Colada (programa informático) para vaciarlo en los hornos de retención si éste presenta una composición química de hierro que se encuentre entre .10%Fe mínimo y .20%Fe máximo.

En el proceso de llenado del horno, puede ser cargada chatarra para su refusión; que un horno sea cargado de chatarra depende, de la composición química de ésta en comparación con la del aluminio líquido contenido en el

horno. Por ejemplo, en la producción de lingotes 22kg y 680 kg, se da el caso de que existen productos defectuosos o se generan derrames en la colada, esto es considerado chatarra y se carga a otro horno, dependiendo de la cantidad cargada (aprox. 12 a 16 t), debe esperarse 5 horas para que la chatarra se refunda e inicie el proceso de colada del horno.

Cuando un horno ya se encuentra en la capacidad necesaria para colar, se realiza el desnate a través de la compuerta mediante una pala, para eliminar toda impureza y escoria de la superficie. Esta escoria es llevada a la prensa, donde se comprime y se extrae el aluminio contenido; es depositado en moldes para ser tratada como chatarra.

En la fabricación de cilindros para extrusión, una vez que el horno está listo (desnatado y agregado de aleantes) comienza el proceso de colada donde ocurren derrames de aluminio (orificio de colada) y se genera chatarra en los canales y sistema de drenaje. La principal generación de chatarra en la producción de cilindros para extrusión es, al finalizar su proceso, en la parte del despunte, donde son cortados mediante sierra los extremos del cilindro, eliminando la superficie irregular creada por los moldes de la mesa de colada, esta chatarra obtenida representa el 10% de la producción total de cilindros, y en ocasiones es refundida en los hornos de retención pertenecientes a la unidad de colada vertical.

Considerando la chatarra como todo aquel metal sólido (aluminio) que se ha obtenido de distintas formas, ya sea como residuo o merma y que es utilizado como materia en los procesos de fabricación de productos, ésta es clasificada por su lugar de procedencia, sub-clasificándose en función de su generación (ver tabla 3 y 4).

Tabla3: Clasificación de la chatarra en función de su procedencia

Lugar de Procedencia	Imagen del lugar
<p>Interna: es toda aquella chatarra generada en el área de colada de CVG VENALUM durante el manejo de metal líquido y fabricación de cilindros y lingotes</p>	
<p>Externa: es la que se recibe en el área de colada procedente de otras áreas de CVG VENALUM, como la producida en envarillado, reducción y servicio de crisoles.</p>	

Fuente: Autor

Tabla 4: clasificación de la chatarra en función del proceso de fabricación

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>Derrame en celda: al trasegar el aluminio líquido de las celdas a los crisoles se generan derrames</p>	
<p>Traslado de crisoles al área de Colada: derrames ocurridos en la vía a causa del tránsito de equipos móviles, curvas y habilidad del operador del equipo móvil.</p>	
<p>Distribución del metal: durante el manejo y la carga del metal del crisol a los hornos de retención, se producen derrames de metal en la boca de carga del horno, la cual tiene forma irregular.</p>	

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>Colada de lingotes: se genera chatarra del inicio al final de la colada. Por el aluminio retenido en sistema de drenaje y por fallas operacionales, obteniendo lingotes con peso, aspecto físico o análisis químico fuera de especificaciones, considerados como chatarra.</p>	
<p>Desnate de hornos: al momento de desnatar los hornos se derrama en las puertas de los hornos.</p>	

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>La escoria del desnate que es procesada en la prensa, libera el metal contenido y este es retenido y solidificado en moldes.</p>	 
<p>Colada de cilindros: es la chatarra generada al final de la colada a través de los sistemas de drenaje del metal.</p>	

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>Cilindros con rechazo: se generan durante la colada de cilindros por defectos superficiales, lo cual no permite ser utilizados en el proceso de homogeneizado y corte</p>	
<p>Cilindros de coladas interrumpidas: es la chatarra que se genera cuando una colada es detenida antes de alcanzar la longitud mínima requerida, a causa de fallas o problemas operacionales</p>	
<p>Homogeneizado de cilindros: chatarra que se genera en el proceso de homogeneizado a causa de las desviaciones en los parámetros de operación, tiempo y temperatura</p>	

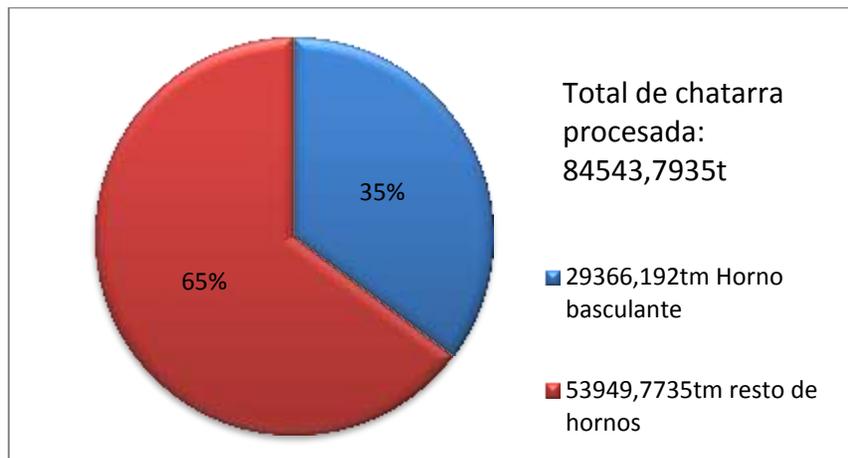
Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>Despunte de cilindros: se genera al cortar las partes inicial y final de cada cilindro, según lo indicado en las normas técnicas</p>	
<p>Virutas del corte de cilindro: por acción del corte de los cilindros, es generada virutas, las cuales son compactadas en piezas de peso entre 1kg y 1.5kg</p>	

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
<p>Chatarra de envarillado: se genera en el proceso de rociado de los ánodos con aluminio líquido necesarios en el proceso de reducción del aluminio</p>	
<p>Chatarra de servicio de crisoles: se genera en el proceso de reacondicionamiento de los crisoles</p>	
<p>Alto hierro: el aluminio líquido procedente de las salas de reducción, que después del análisis químico realizado en las balanzas, se comprueba que tienen alto hierro (>.20%) es considerado chatarra. El crisol es trasladado a los moldes estacionarios para fabricar pailas altos hierro que serán chatarra, las cuales son cargadas a los hornos de forma dosificada,</p>	

Proceso de Fabricación	Imagen del lugar
previniendo la contaminación de los hornos por alto hierro	

Fuente: Autor

Toda la chatarra que se genera, es almacenada temporalmente en la sala de colada y en el patio de almacén en espera de su refusión. CVG VENALUM cuenta con un horno de fusión basculante, el cual tiene una capacidad de 40t y una rata de fusión de 5 t/hr el cual es utilizado para la refusión de la chatarra, sin embargo, este proceso también se realiza en el resto de los hornos de retención presentes en la Sala de Colada, tal como se muestra en la grafica 2:



Grafica 2: Refusión de Chatarra en hornos durante el periodo 2005-2009 en la Sala de Colada.

Fuente: Sistema Integral de Colada

Ahora bien, que en los hornos de retención se realice el procesamiento de la mayor cantidad de chatarra, limita la velocidad de fusión de la misma y por lo tanto, retrasa las operaciones de preparación del horno, desnatado y colada, acarrea un retraso a todo el proceso productivo.

Por lo tanto, la capacidad de la Sala de Colada para la refusión de chatarra interna y externa está al límite de los niveles de generación (16.605 toneladas en el año 2009) y con la puesta en operación de esta tercera mesa de colada, los niveles de producción de cilindros de extrusión aumentarían en un 476.82% en comparación con la producción de cilindros del año 2009, la cual se ubicó en 39.847,3215t y por consiguiente aumentará también los niveles de chatarra, llegando a colapsar el proceso de refusión en los hornos de retención. En el apéndice 1 se muestra un diagrama Causa-Efecto en el cual se desglosan cada una de las causas que originan el colapso de la capacidad de refusión presente en la Sala de colada.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se logrará conocer los resultados obtenidos de la investigación sobre la evaluación operativa y económica del horno de fusión en la sala de Colada de CVG VENALUM.

1. Datos históricos sobre los niveles de producción de aluminio y de chatarra

1.1. Niveles de producción

La producción de aluminio sólido en CVG VENALUM ha ido disminuyendo a partir del año 2006, en el cual se obtuvo la mayor producción de este metal 403.864,131t. Sin embargo, no fue éste el año de mayor procesamiento de chatarra tal como se ve reflejado en la gráfica 3:

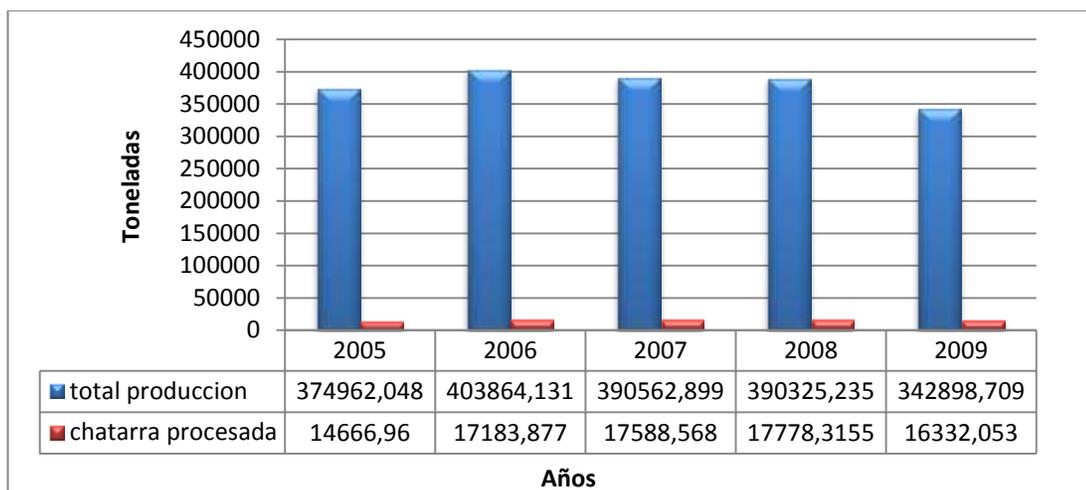


Gráfico 3: Producción de Aluminio vs. Chatarra en el período 2005-2009.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Por lo tanto de debe analizar cada año individualmente para su caracterización.

En el año 2005, el aluminio sólido obtenido fue de 374.962,048t, de las cuales 89.561,741t fueron destinadas a la producción de cilindros para extrusión. La chatarra generada para este año fue de 14.666,96 t y representa el 3,9% del total de la producción, esta chatarra provenía de cilindros defectuosos (3.006,310t), despunte de cilindros (6.588,979t) y envarillado (1.251,135t), tal como se expresa en el gráfico 4.

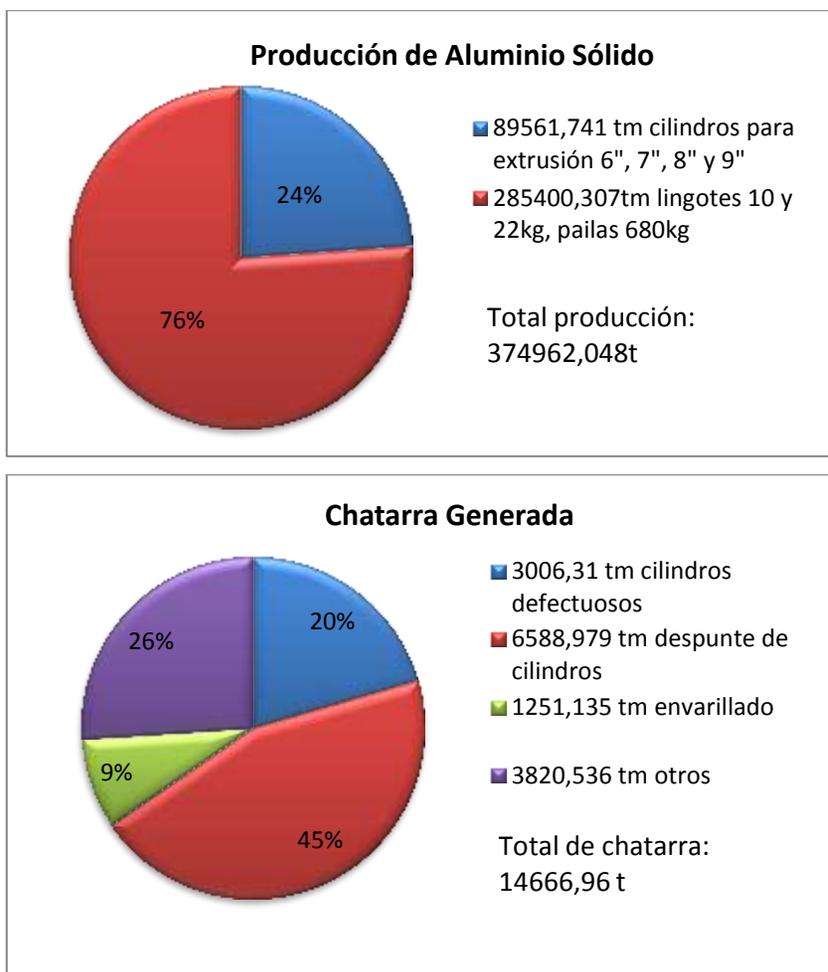


Gráfico 4: Producción de aluminio y chatarra para el año 2005.
Fuente: Sistema Integral de Colada.

Para el año 2006, se obtuvo la mayor producción de los últimos 7 años, la cual fue de 403864,131t; distribuyéndose según la grafica 5, en 109194,463t para cilindros de extrusión y 294669,668t para lingotes de 10kg, 22 kg y pailas de 680kg. La chatarra procesada represento el 4,25% del total de la producción y el mayor porcentaje fue de cilindros defectuosos con 4090.530tm, despunte de cilindros con 8107,915 t y envarillado con 1328,920t.

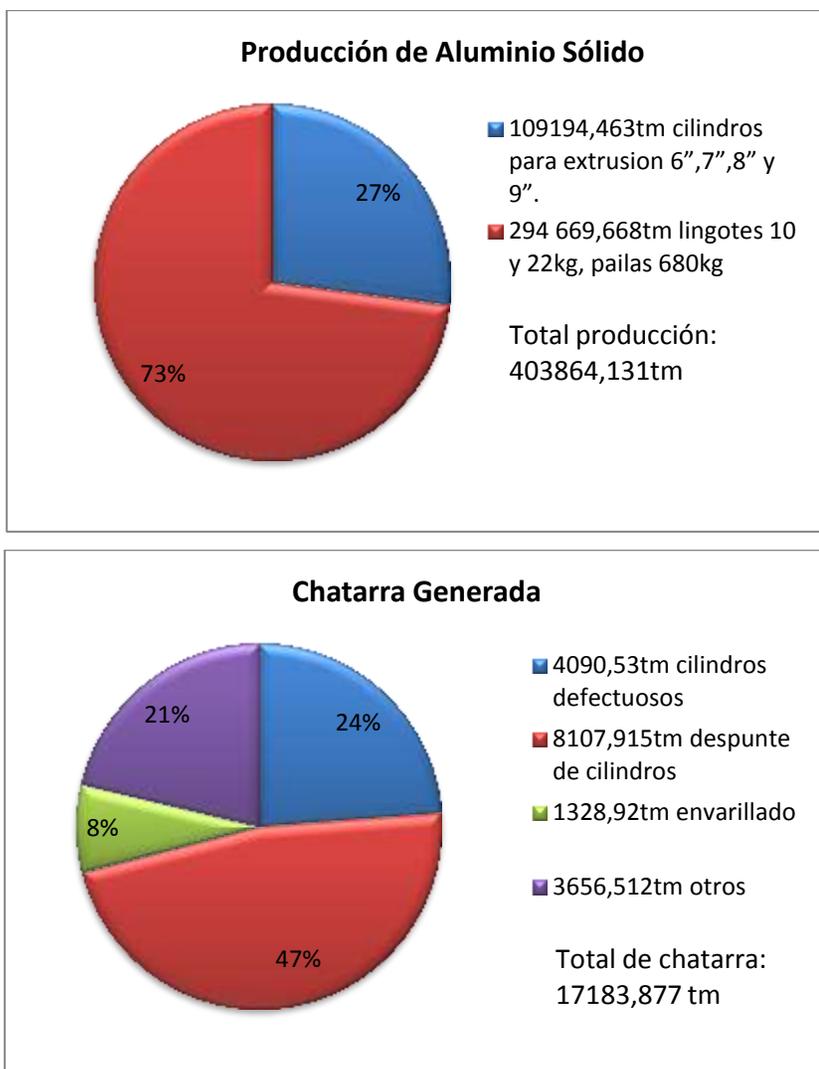


Gráfico 5: Producción de aluminio y chatarra para el año 2006.
Fuente: Sistema Integral de Colada.

En el 2007 la distribución del aluminio fue de 89.896,9905t para cilindros de extrusión y 300.665,9085t para el resto de los productos. Los puntos de generación de chatarra más altos fueron en cilindros defectuosos 4483,07t, despunte de cilindros con 7245,305 t y en drenajes con 2103.705t, representando el 4,5% del total de la producción (ver gráfico 6).

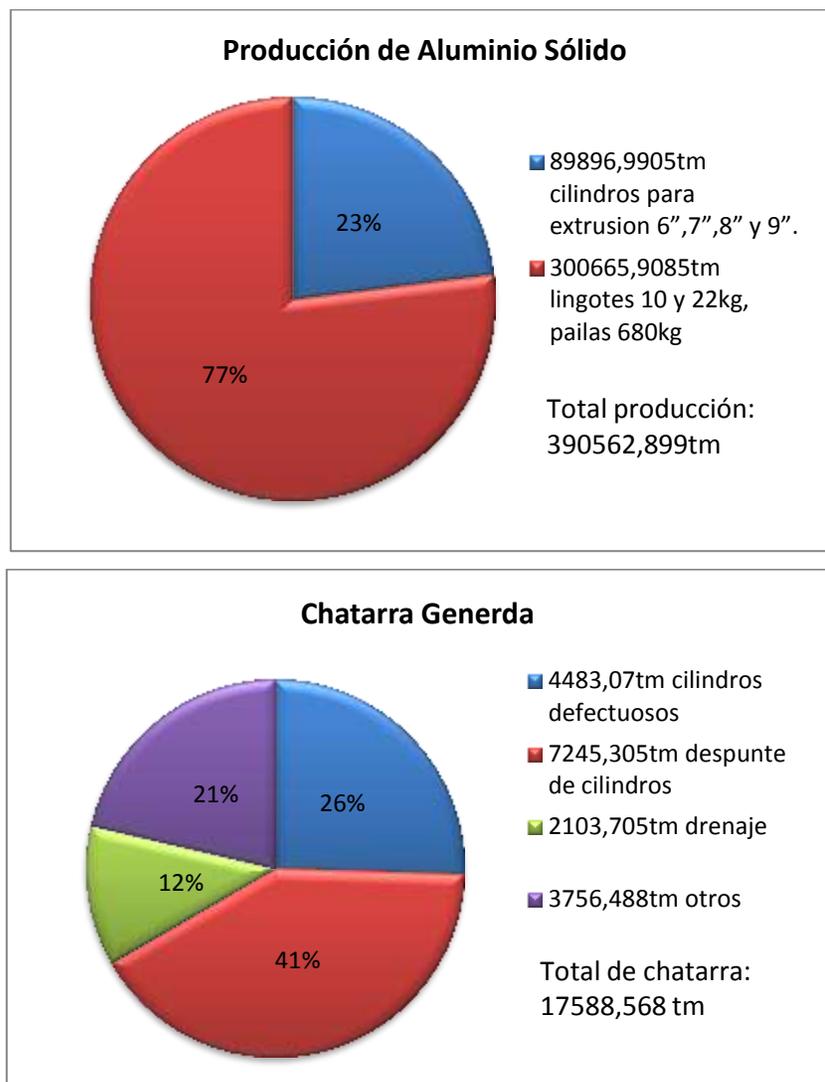


Gráfico 6: Producción de aluminio y chatarra para el año 2007.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Para el siguiente año, la producción fue distribuida 78% para lingotes y pailas y 22% para cilindros de extrusión y al igual que en los años anteriores la chatarra de mayor generación fue la proveniente por cilindros defectuosos y despunte de cilindros, además de drenajes y moldes estacionarios (ver gráfico 7).

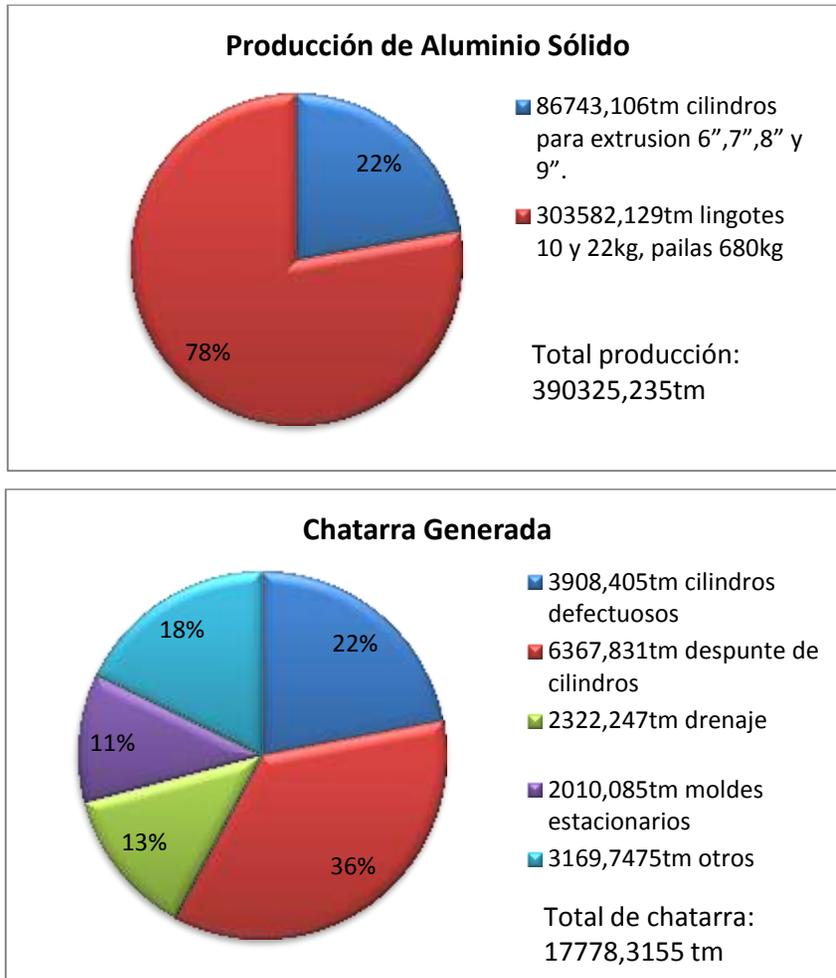


Gráfico 7: Producción de aluminio y chatarra para el año 2008.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

En el 2009, la producción de cilindros de extrusión fue la menor cantidad del periodo en estudio, ubicándose en 39.847,321t, es decir, se destino el 22 % de la producción a éstos y, el 88% fue a lingotes y pailas. La chatarra representó para este año 4,76%. Los niveles más altos de chatarra se

obtuvieron en cilindros defectuosos, despunte de cilindros, moldes estacionarios y envarillado, las toneladas se muestran en el gráfico 8.

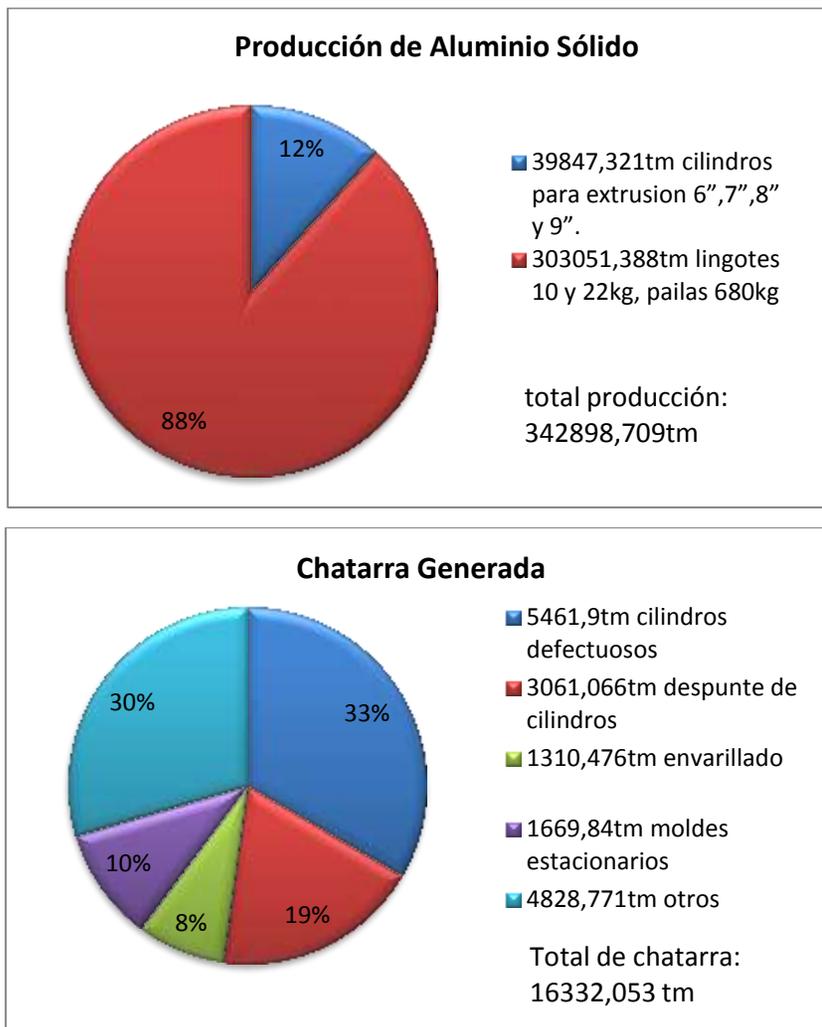


Gráfico 8: Producción de aluminio y chatarra para el año 2009.

Fuente: del Sistema Integral de Colada.

A partir de los datos obtenidos del sistema integral de colada se puede observar que desde el año 2005 al 2009 el nivel de procesamiento de chatarra ha aumentado de un 3.912% a un 4.763% aunque la producción total de aluminio ha disminuido en un 15.091% (en función al año 2006 que fue la mayor producción obtenida), es decir, que aunque CVG VENALUM ha

producido menor cantidad de aluminio sólido, el nivel de refusión de chatarra ha aumentado en función a la producción total anual de aluminio y esto se ha debido a distintas causas; las más notorias son el aumento de chatarra por cilindros defectuosos como consecuencia de problemas técnicos y operativos, envarillado, despunte de cilindros y viruta, que son proporcionales a la producción de cilindros para extrusión y la generación de chatarra en forma de moldes estacionarios que se ha dado como resultado del aumento de producción de aluminio líquido alto en hierro (>.20% de Fe).

Considerando la producción de 190000t de cilindros para extrusión que se tienen proyectadas generar con la puesta en marcha de la tercera mesa de colada de cilindros, la chatarra por despunte de cilindros y viruta se ubicara en 19000t aproximadamente pero, en base a los datos históricos, la chatarra por cilindros defectuosos siempre se encuentra en mayor proporción, que para este caso no será la excepción debido a que se trabajara con una tecnología nueva.

1.2 Chatarra procesada

Actualmente el procesamiento o refusión de la chatarra interna y externa en el área de Colada de CVG VENALUM se lleva a cabo tanto en el horno basculante, como en el resto de los hornos de la unidad vertical y la unidad horizontal. El horno basculante con el que cuenta la sala de colada tiene una capacidad de 40t, con un remanente de 5t.

Las toneladas de aluminio líquido que son trasegadas y enviadas a cualquier horno de retención, son las mismas que deben ser cargadas de chatarra para su refusión en el horno basculante; se puede decir entonces que, el horno basculante se encuentra en un proceso continuo. Por ejemplo, si son trasegadas 20 t de aluminio líquido para ser enviadas al horno N° 5,

se carga el horno con 20t de chatarra para mantener lo siempre en operación. El tiempo de demora en fundir esta cantidad de chatarra es de 4hr.

Una situación que se presenta con el horno basculante es que, existen turnos de trabajo donde éste no es cargado de chatarra ya que se encuentra lleno en su capacidad por aluminio líquido ya listo para ser trasegado pero, no se da este vaciado porque no se cuenta con ningún horno de retención disponible para ser llenado por este aluminio.

Un horno de retención únicamente puede ser cargado con 8 a 12t máximas de chatarra, procesándola en 4 hrs aproximadamente; debido a que por no ser un horno diseñado para la refusión, tarda más tiempo en fundir mayor cantidad de chatarra; y este tiempo no puede abarcar más de un turno de trabajo (8hr) debido a que en un turno de trabajo se debe preparar un horno (cargado de aluminio líquido o aluminio líquido y chatarra) y se debe colar el horno que fue preparado en el turno anterior. Si un horno de retención es cargado con más de 12 t de chatarra no estará listo para ser vaciado en el siguiente turno de trabajo.

A continuación se muestran los gráficos correspondientes a los años estudiados (2005- 2009) sobre los niveles de chatarra procesada en el horno basculante contra la procesada en el resto de los hornos, iniciando con el gráfico 9, correspondiente al año 2005:

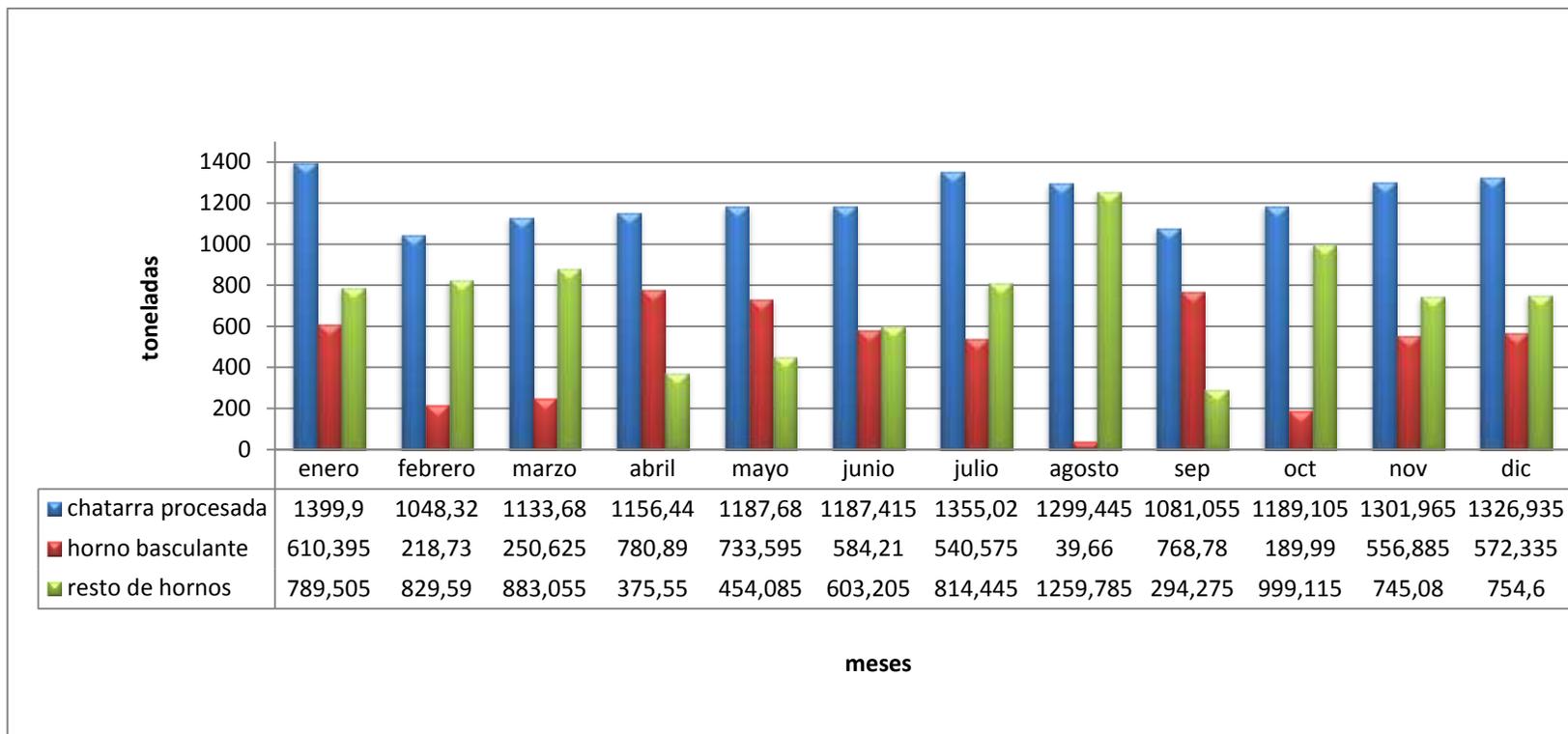


Gráfico 9: Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada de CVG VENALUM durante el año 2005.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

En el gráfico anterior se mostró la cantidad de chatarra que fue procesada para el año 2005, graficando las toneladas de chatarra cargada al horno basculante contra los demás hornos del área de colada de CVG VENALUM.

Se puede observar que existen meses donde la carga de chatarra fue mayor en el resto de los hornos. Para el mes de febrero el 79.14% de la chatarra cargada fue procesada en los 11 hornos del área de colada; el horno N° 11 y horno N° 12 refundieron la mayor cantidad de chatarra, en cilindros defectuosos 147,245t y en chatarra de despunte 369,92 t . Debido a que, por ser estos hornos los que estaban colando el aluminio para cilindros de extrusión, y contenían la misma especificación química, fue cargada la chatarra para refundirse ahí mismo. Para el mes de Marzo, igualmente los hornos N° 11 y N° 12 procesaron la mayor cantidad de chatarra, 196,98t de cilindros defectuosos y 350.98t en despunte de cilindros. En el mes de abril el horno basculante procesó el 67.52% de la chatarra total, de la cual 79,150 t provenían de envarillado y 535,35t de despunte de cilindros, para este mes no se produjo alta cantidad de cilindros defectuosos (70t). En comparación con el mes de agosto, donde los hornos N° 7, N° 11 y N° 12 procesaron de cilindros defectuosos 375,78t y despunte de cilindros 476,965t.

Para el año 2005 se procesaron 14666.96t de chatarra, de las cuales 5846,67t fueron cargadas en el horno basculante, es decir 39,9% de la carga total y 8802,29t fueron procesadas en los 11 hornos restantes. En promedio, el horno basculante refundió al mes 487,2225t de chatarra. Las grandes variaciones que se dieron en los meses de febrero, marzo, agosto y octubre se debieron al aumento de cilindros defectuosos los cuales fueron refundidos en los hornos N° 7, N° 9, N° 11 y N° 12.

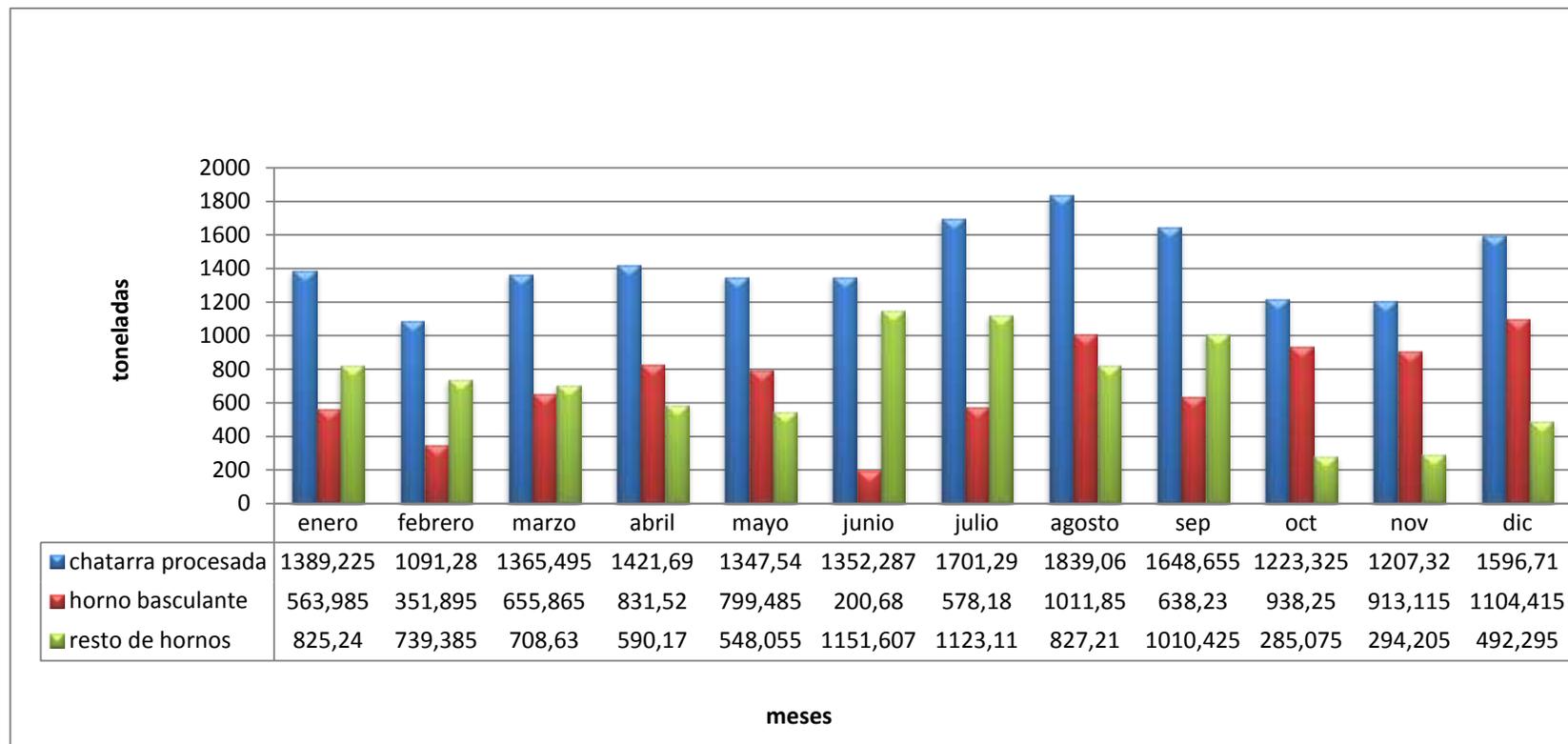


Gráfico 10: Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada de CVG VINALUM durante el año 2006.

Fuente: del Sistema Integral de Colada.

Para el año 2006 la distribución de la chatarra estuvo más equilibrada entre los hornos a excepción del mes de junio, octubre, noviembre y diciembre.

Para el mes de junio el horno basculante únicamente procesó el 14.84% de la chatarra generada. La mayor generación de chatarra fue en despuentes de cilindros 754.6t, cilindros defectuosos con 170,335t y envarillado con 71.035t.

En el mes de octubre y noviembre el horno basculante refundió la mayoría de la chatarra, el 76.7% y 75.6% respectivamente, del total de la chatarra generada. Para el mes de octubre cilindros defectuosos y despunte de cilindros fueron las chatarras más generadas, en total 833.8t seguidas de envarillado con 127.745t. En noviembre, igualmente, la chatarra de cilindros defectuosos y despunte de cilindros sumaron la mayor cantidad a procesar, 744.83t.

Al finalizar el año 2006 se refundió un total de 17183,877t de chatarra, de las cuales el 49,97%, es decir, 8587,47tm se procesaron en el horno basculante y el resto, se refundió en 12 hornos de la sala de colada. En promedio el horno basculante refundió 715,6225t al mes.

La mayor utilización del horno basculante para este año pudo haberse debido a:

- El aumento de la producción de cilindros para extrusión, de 89561,741t en el año 2005 a 109194,463t y por lo tanto el aumento de chatarra a procesar.
- Mayor disponibilidad del horno, debido a la reducción de los tiempos muertos por paradas, averías, ajustes o mantenimiento.

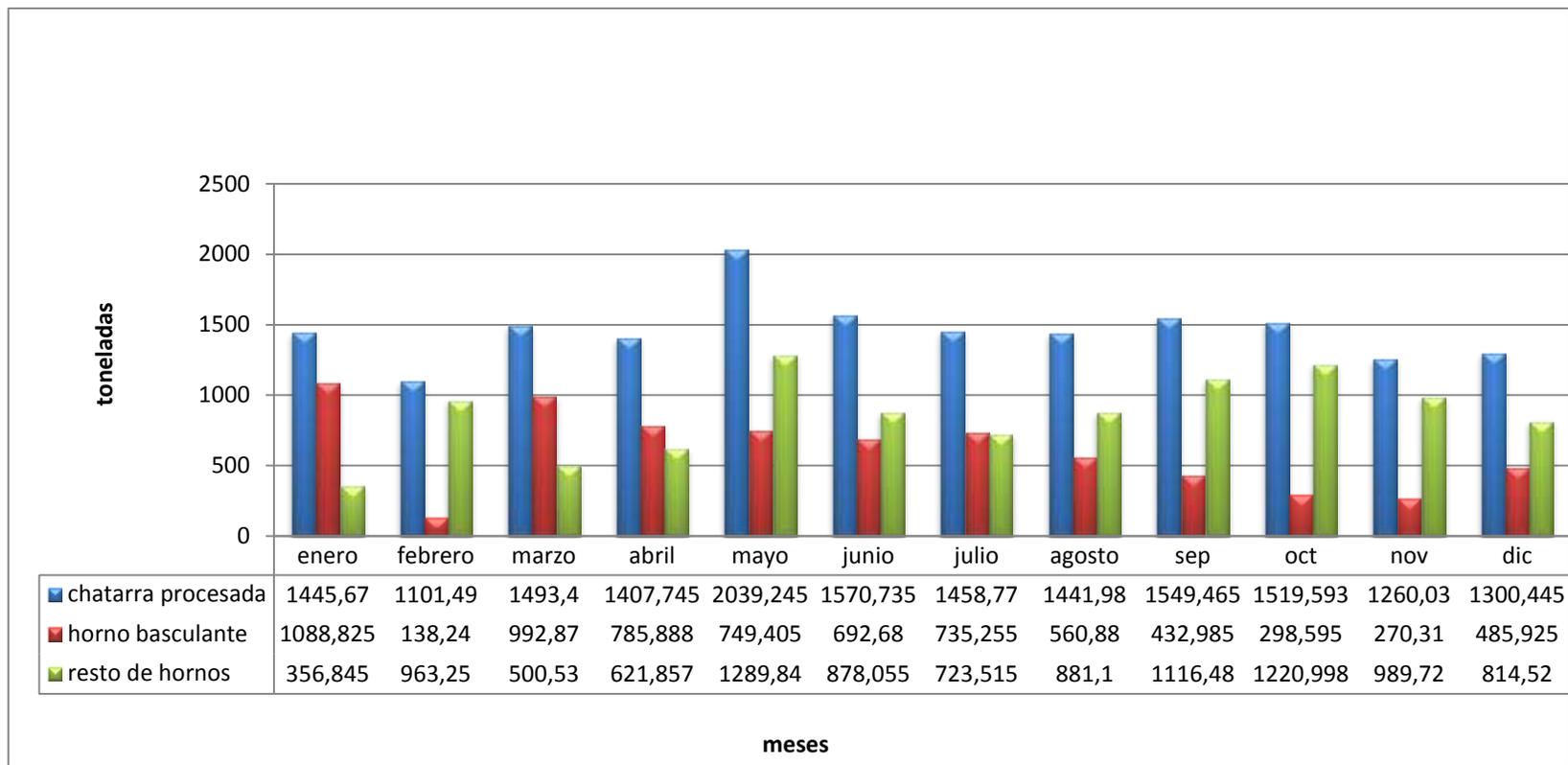


Gráfico 11: Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada de CVG VENALUM durante el año 2007.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

El mes de febrero del año 2007, fue el mes en el cual el horno basculante procesó la menor cantidad de chatarra, únicamente se le cargó 138,24t de 1101,49t procesadas. La chatarra que en mayor cantidad se generó fue despunte de cilindros con 556,285t, en drenajes 241,170t y envarillado con 104,485t.

En el mes de octubre, de las 1519,593t que se generaron, solo el 19,65% se proceso en el horno basculante, de las que 139,215t eran de despunte de cilindros, 48,145t de envarillado y 35,84t de drenajes. La mayor cantidad de chatarra, que fue de cilindros defectuosos 539,7t, fueron refundidas en los hornos N° 4, N° 7, N° 8, N° 11 y N° 12; y las 426,565t de despunte de cilindros se refundieron en los hornos N° 7, N° 8, N° 11 y N° 12.

El horno basculante para el mes de noviembre solo refundió 270,31t de las 1260,03t que se generaron. Al igual como se ha observado en los años anteriores, para cada mes, la mayor producción de chatarra sigue siendo cilindros defectuosos con 251,625t y despunte de cilindros con 411,245t.

Para el año 2007 se procesaron 17588,568t de chatarra, de éstas, 7231,858t se refundieron el en horno basculante; en promedio, se le cargaron 602,654t mensualmente.

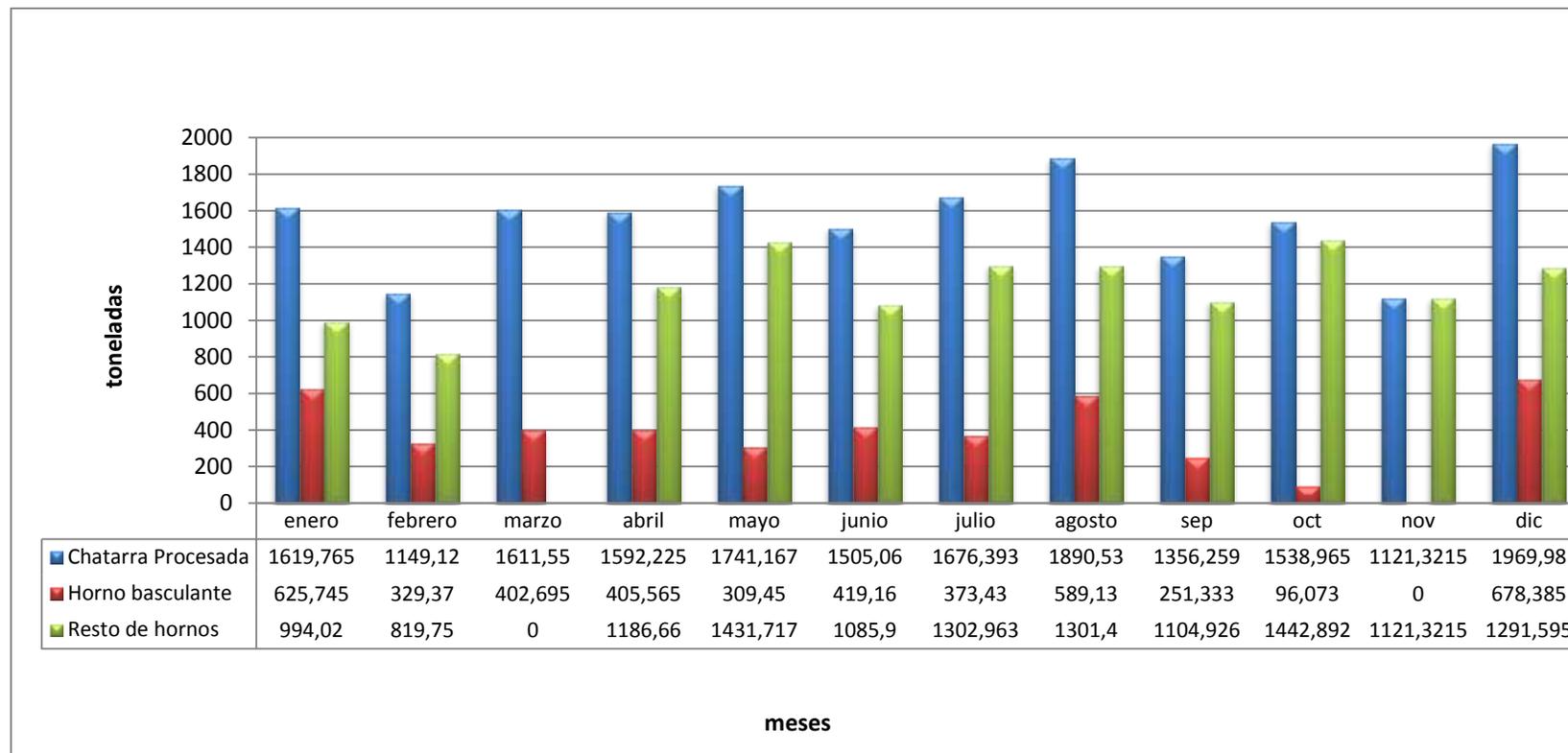


Gráfico 12: Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada de CVG VENALUM durante el año 2008.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Para este año, la utilización del horno basculante disminuyó notablemente según el grafico anterior, basado en los datos suministrados por el Sistema Integral de Colada de CVG VENALUM. En todos los meses el procesamiento de la chatarra se realizo en mayor cantidad en los 10 hornos operativos; en total se refundió 18772,3355t de chatarra tanto interna como externa, de las cuales solo 4480,336t, es decir, el 30.33% fue procesada en el horno basculante.

El mes más crítico fue noviembre, donde toda la chatarra se procesó en el resto de los hornos. Cabe destacar, que este fue el mes con menor generación de chatarra del año, debido a que no hubo gran cantidad de cilindros defectuosos como en otros meses y años, apenas alcanzó 33,165t, mientras que la chatarra por despunte de cilindros se ubicó en 653,181t, lo cual es aceptable, ya que la chatarra por despunte de cilindros y viruta representan el 10% de la producción de cilindros, la cual para este mes se ubico en 8540,0455t de cilindros para extrusión.

En diciembre se generó 1969,68t de chatarra, de las cuales las más generadas fueron despunte de cilindros con 631,517t, drenajes 224,880t, cilindros defectuosos 114.620t y chatarra en forma de moldes estacionarios 433,485t. Esta última, debido al aumento de llegadas de crisoles con alto porcentaje de hierro ($>.20\%Fe$), no fueron vaciados directamente en hornos para no contaminarlos, por el contrario, se fabricaron pailas de 500kg, las cuales se dosificaron en los hornos N° 3, N° 5, N° 6 y N° 13 para ser refundidas.

En promedio el horno basculante refundió al mes 373,361t, ubicándose casi en la mitad de toneladas que proceso en el año 2007.

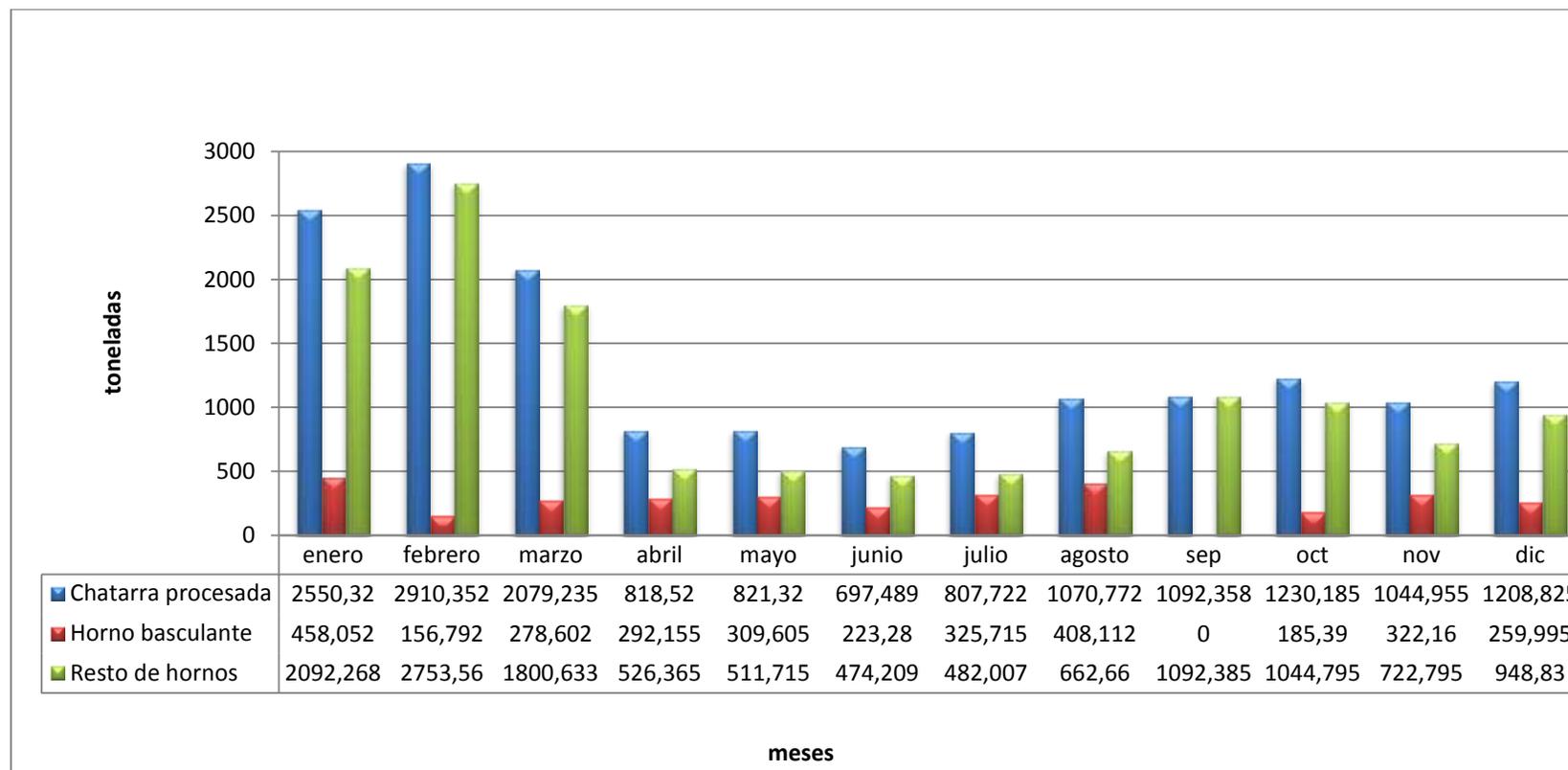


Gráfico 13: Chatarra procesada en hornos de la Sala de Colada de CVG VENALUM durante el año 2009.

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Para este año, Febrero se posesionó como el mes de mayor generación de chatarra (con 2910,352t) registrado en los años de estudio (2005 al 2009). Cifra que refleja en mayor medida chatarra generada en cilindros defectuosos 1946,265t de las cuales el 97.65% se refundió en hornos de retención (hornos N° 7, N° 8 y N° 11), 335,622t de chatarra por despunte de cilindros y 168,537t en moldes estacionarios alto hierro.

El aumento de chatarra debido a cilindros defectuosos, pudo haber ocurrido como consecuencia de:

- Cilindros rechazados por defectos superficiales, que impide utilizarlos en el proceso de homogeneizado y corte.
- Cilindros de coladas interrumpidas: generados al momento de detener una colada, a causa de fallas o problemas operacionales.
- Homogeneizado de cilindros: cilindros generados en el proceso de homogeneizado a causa de las desviaciones en los parámetros de operación, tiempo y temperatura.

Para Septiembre el horno basculante no estuvo refundiendo; esta situación pudo haberse debido a paradas del horno por mantenimiento correctivo o preventivo. Los hornos refundieron en total 16332,053t, de las cuales 3219,858t (19,71%) se refundieron en el horno basculante, en promedio 268.3215t mensuales.

2. Comportamiento operativo del horno basculante y los hornos de retención, en función al procesamiento de chatarra.

Sintetizando todo lo anterior y en base a la información que aporta el gráfico 2 sobre el período de estudio, han sido desglosado los datos tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 5: Clasificación de la producción de aluminio.

Producción aluminio (t)	2005	2006	2007	2008	subtotal	%	2009	total
Cilindros	89.561	109.194	89.896	86.743	375.394	24	39.847	415.241
Resto*	285.401	294.700	300.666	303.582	1.184.049	76	303.051	1.487.100
Total	374.962	403.864	390.562	390.325	1.559.443	100	342.898	1.902.341

*producción de aluminio primario en forma de pailas de 680kg y lingotes de 10kg y 22kg

Fuente: Sistema Integral de Colada.

En el año 2006 la chatarra generada por la producción de cilindros fue de 12770t es decir 11.7%, valor que fue tomado como base para calcular de los niveles de producción de chatarra (despunte, viruta, cilindros defectuosos) para el resto de los años, ya que éste año fue el que alcanzo la mayor producción de cilindros para extrusión y por lo tanto, tuvo la mayor generación de chatarra. Así obtenemos:

Tabla 6: Clasificación de la chatarra.

Chatarra generada (t)	2005	2006	2007	2008	subtotal	2009	total
De cilindros	10.478,6	12.770	10.517,8	10.149	43.915,4 (64,4%)	4.462	48.377,4
De resto*	4.187,4	4.413	7.070,2	8.623	24.293,6 (35,6%)	11.870	36.163,6
total	14.666	17.183	17.588	18.772	68.209 (100%)	16.332	84.541

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Tabla 7: Distribución de la chatarra en hornos.

Chatarra procesada (t)	2005	2006	2007	2008	subtotal	2009	total
Basculante	5.846	8.588	7.231	4.480	26.145	3.219	29.364
%refusión	39,9	50	41,1	23,9	38	20	35
Otros**	8.802	8.595	10.356	13.083	40.836	13.112	53.948
%refusión	60	50	58,9	69,7	60	80	64

***Hornos de retención de la sala de colada*

Fuente: Sistema Integral de Colada.

Para un escenario del año 2005 al 2008, tenemos:

- De la producción total de aluminio, el 24% es destinado a la producción de cilindros para extrusión y un 76% a la producción de lingotes y pailas.
- Tomando como referencia el año 2006 de mayor producción de cilindros, se observa que la chatarra generada por cilindros defectuosos, despunte y viruta, representan el 11.7% de la producción de cilindros. Al restar la cantidad de chatarra generada por cilindros del total de la chatarra generada para cada año, obtenemos la chatarra generada por el resto de los procesos, ubicándose en 2.4% promedio de la producción del resto de los procesos.
- Se observa que la menor cantidad de chatarra generada se procesa en el horno basculante y la mayor cantidad en “otros hornos” (hornos de retención). Como lo muestra el promedio del 2005 al 2008 de la distribución de la chatarra generada (tabla 5).
- Los porcentajes de generación de chatarra por proceso, están próximos a los porcentajes de distribución de chatarra en hornos.

Tabla 8: Porcentajes de chatarra generada y procesada

Chatarra generada		Chatarra procesada	
De Cilindros	64,4 %	otros	60%
De resto	35,6%	basculante	38%

Fuente: Autor

Por todo lo anterior, se determina en general, que la chatarra generada en las áreas principalmente de cilindros, es reprocesada o fundida mayormente en sus respectivos hornos (hornos de retención), dejando para el horno basculante solo el resto de la chatarra generada, como son derrames, moldes estacionarios, envarillado, etc. Originando capacidad ociosa en éste. Una de las causas determinantes de dicha distribución, con la cual se genera inactividad en el horno basculante, son principalmente las dimensiones excesivas de la chatarra por cilindros defectuosos, que para poder ser cargada en el horno basculante, requiere de exceso de manipulación, uso de equipo auxiliar y tiempo de operación prolongado para introducir los cilindros de forma diagonal en dicho horno, restando capacidad de carga, debido a que de forma recta, los cilindros no entran en el horno por sus dimensiones de longitud. Esta situación genera la posibilidad de dañar la puerta del horno al momento de carga, marcos y refractarios. Actualmente realizan el corte de cilindros por la mitad para facilitar la carga, pero esto, genera un costo adicional de corte, mayor movimiento de maquinaria, disponibilidad de equipo (sierra) y aumento de operaciones de corte que representarían demoras en el proceso.

Estas causas influyen de gran manera en la decisión de fundir chatarra de cilindros defectuosos en el horno basculante. Ahora bien, procesando este tipo de chatarra en los hornos de retención, se elimina las causas anteriores,

pero se presentan también aspectos negativos para estos hornos, como son:

1. Daño al refractario frontal del horno, ya que carece de la rampa que va al borde de la puerta hacia el piso, la cual evita el golpe de la chatarra al momento de su carga,
2. Daños en el marco de la puerta por el roce mecánico de los cilindros durante su cargado,
3. Reduce la disponibilidad de carga de metal líquido proveniente de la sala de celdas por los prolongados tiempos de refusión, pudiendo generar cuellos de botella en la distribución del aluminio líquido,
4. El diseño de los hornos de retención no es para fundir metal sólido, por lo que los tiempos de fusión y la generación de escoria pudieran estar por encima de lo normal.

Si a todo lo anterior, se agrega que se tiene programado incrementar la producción de cilindros para extrusión, en el momento que esta planeación se concrete, los hornos (otros) de retención, serán insuficientes para procesar la chatarra generada por el incremento de colada de cilindros, corriendo el riesgo de generar retrasos para la distribución de metal proveniente de celdas.

En el mismo sentido, se debe considerar que la vida útil actual del horno basculante es de 2 años y 8 meses aproximadamente y llegará el momento donde requerirá de una parada para su reacondicionamiento general, por lo tanto, CVG VENALUM deberá establecer el proyecto y programa para la fabricación de un nuevo horno que reúna las características necesarias para revertir los efectos negativos que se tienen tanto en el horno basculante actual como en los hornos de retención, y así, sean utilizados para su principal función en el proceso productivo (retención) y estén en la total disposición y capacidad de recibir metal líquido .

3. Parámetros de diseño y variables técnicas del horno de fusión a adquirir, en base a los datos históricos analizados.

Para el establecimiento de los parámetros de diseño tales como la capacidad, tipo de carga y sus dimensiones y la rata de fusión que tendrá el horno, es necesario considerar los siguientes escenarios sobre la producción y distribución de aluminio líquido, donde, en el cálculo de la producción mensual y diaria para cada escenario respectivamente, ha sido dividida la producción anual entre once meses, considerando que se tiene como plan de trabajo de mantenimiento para el horno, un mes fuera de servicio. De igual forma, se han considerado treinta días por mes, por consiguiente se tiene:

Escenario 1: Se incrementará la producción de aluminio líquido para mantener la producción de cilindros para extrusión (109.194,463t), de lingotes y pailas (303.582,129 t) y aportar las 80.805,537t de aluminio líquido para la producción de la tercera mesa de cilindros, de ser así, la generación de chatarra se ubicara en 7.285,97t de chatarra, lo cual representa en 2,4% de la producción de lingotes y pailas, y 19.000t que se generan en la producción de cilindros para extrusión representando el 10%:

$$7.285,97t + 19.000t = 26.285,97t/anuales$$

$$\frac{26.285,97t}{anuales} \rightarrow \frac{2.389,63t}{mensuales} \rightarrow \frac{79,65t}{diarias}$$

Escenario 2: se mantendrá la producción de aluminio líquido, distribuyendo mayor toneladas de éste a la producción de cilindros, alcanzando las 190.000t por las tres mesas de colada. En la siguiente tabla se muestra la mayor producción de aluminio líquido que se ha tenido en el período 2005-2009, por lo cual es tomada como base para la distribución del

metal en los distintos sistemas de colada, donde la producción de la 1ra y 2da mesa es la más alta registrada (año 2006).

Tabla 9: Distribución estimada de aluminio.

Toneladas de aluminio liquido, (t/anales)	403.864,131	Chatarra (t)
		Producción cilindros 1ra-2da mesa de colada (t/anales)
Producción cilindros 3ra mesa de colada (t/anales)	80.805,537	8080,5537
Producción lingotes, pailas y otros (t/anales)	213.864,131	5.132,74

Fuente: Autor

De igual forma la chatarra generada por lingotes y pailas representa el 2,4% y 10% de cilindros, por consiguiente, la producción de chatarra se ubicara en:

$$10.919,44t + 8080,5537t + 5.132,74t = 24.132,734t/anales$$

$$\frac{24.132,734t}{anales} \rightarrow \frac{2.193,88t}{mensuales} \rightarrow \frac{73,13t}{diarias}$$

En base a la información suministrada por la Gerencia de Investigación y Desarrollo, no se tiene planificado el aumento de producción de aluminio líquido por parte de las salas de reducción, por lo cual, una vez que se ponga en marcha las operaciones de la tercera mesa de colada, la producción de aluminio líquido será distribuida en las 3 mesas de colada y en la producción de lingotes y pailas.

CAPACIDAD

A partir de cálculos, donde se obtuvo la producción promedio de chatarra que se generará en la sala de colada a través de los distintos sistemas de producción, la cual es de 73,13t diaria, se determina que el nuevo horno de fusión debe contar con una capacidad instalada de 40 t.

Esta capacidad instalada se fundamenta en que, si se seleccionará un horno de capacidad mayor (60 o 70 t), una vez realizada la fusión de la chatarra en un periodo aproximado de 9 h, el resto de día (15h) el horno se encontrará ocioso y además generando gastos de operación (costo de gas, electricidad).

En base a la información suministrada por la División Tecnología de Colada, adscrita a la Gerencia de Investigación y Desarrollo y por parte de proveedores de tecnología de hornos de reverbero, se determino que existen hornos de capacidades que oscilan entre 35-45 t que procesan 3 coladas al día, es decir, refunden 105t de chatarra y además se puede alcanzar un óptimo rendimiento de hasta 4 coladas diarias (140t de chatarra), por lo cual lo más recomendable y productivo para la Sala de Colada será un horno de fusión de 40t de capacidad.

DIMENSIONES

Para fijar las dimensiones del horno, es necesario calcular el volumen ocupado por la masa de aluminio que se va a contener en el mismo. A partir de las 73,13t de chatarra diaria que se asume se generaran, se tiene lo siguiente:

Densidad del aluminio líquido 2300 kg/m^3

Masa de aluminio 40000 kg

$$volumen = \frac{40000 \text{ kg}}{2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 17,40 \text{ m}^3$$

Además es necesario considerar las dimensiones de la chatarra que será cargada, la cual mayormente serán cilindros, los cuales tienen longitud de 7,23 m, lingotes y chatarra de forma irregular generada por derrames, las cuales no presentan grandes dimensiones, por lo cual las dimensiones del nuevo horno responderán a la longitud de los cilindros principalmente.

El horno basculante que se encuentra actualmente en la Sala de Colada tiene las siguientes dimensiones: sus medidas externas son de 6m de frente; 7,2 m de profundidad y 2,9 m altura; por lo tanto las internas son aproximadamente de 5 m de frente; 6,2 m de profundidad y 2.1 m de altura de cámara útil (considerando el espesor estándar de refractario de paredes laterales y frontales así como piso y techo.) y 0,735 m de altura de baño.

Estas dimensiones internas dificultan la carga de los cilindros, debido a que la longitud de estos es de 6,35m (dicha dificultad se aumentará, ya que la proyección de longitud con el incremento de producción de cilindros con la nueva mesa será de 7.23 m de longitud bruto, para generar cilindros de 7m neto).

Ante tal situación, existen tres escenarios de operación para lograr una maximización de fusión de chatarra:

- A)** refundirlos en hornos de retención,
- B)** cargar solo pocos cilindros en el basculante de forma diagonal
- C)** cortarlos por la mitad, para poder ser cargados de forma paralela a la puerta de horno.

La opción **-A-** conlleva como es actualmente, a que los hornos de retención no tengan capacidad disponible para la recepción de metal líquido, y la generación de demoras en el proceso, por prolongados tiempos de fusión.

La opción **-B-** conlleva a mínimos porcentajes de carga debido principalmente al alto tiempo de operación de carga, excesivo enfriamiento de horno, daño a refractario laterales y marcos de puerta, requerimiento de equipos de carga móvil adicionales para auxiliar en el cargado de cilindros.

La opción **-C-** conlleva a adicionar a la chatarra generada el costo por corte de sierra, la generación de viruta, requerimiento de personal y equipo móvil adicional, así como la disminución de disponibilidad de corte para producción, (con el incremento de producción de cilindro, se incrementara también la demanda de corte de cilindro).

Dimensiones necesarias para el nuevo horno de fusión

El nuevo horno de fusión deberá contar con las dimensiones físicas de frente y profundidad que permita la carga del mayor porcentaje de generación de chatarra (cilindros) de forma práctica, segura y continua sin costo de transformación o adecuación adicional, y deberá permitir cargar lineal y rectamente los cilindros evitando el daño al refractario de paredes y marcos de puerta; deberá contar también con rampa interna entre el marco inferior de puerta y el piso de horno para evitar daños al piso del horno al cargar la chatarra. Las dimensiones del horno propuesto son:

Exterior: 6 m de frente; 9,5m de profundidad y 3,5m altura.

Interior: 5 m de frente; 8,5m de profundidad y 2,7 m de altura de piso a techo (considerando 0,735m de altura de baño, 0,20m de holgura y 1,5 de cámara,

además del espesor estándar de refractario de paredes laterales, frontales, piso y techo).

RATA DE FUSION Y QUEMADORES

Para el establecimiento de la rata de fusión del horno, es necesario determinar el calor necesario para alcanzar la temperatura de fusión, calor necesario para cambiar de estado sólido a líquido y el necesario para alcanzar la temperatura de retención. Por lo tanto, para una masa de 40t (capacidad del horno) se tiene:

Tabla 10: Valores del aluminio

Masa (Kg)	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura de Fusión (°C)	Temperatura de Retención (°C)	Calor Especifico Solido (KJ/°C x Kg)	Calor Latente de Fusión (KJ/°C x Kg)	Calor Especifico Liquido (KJ/°C x Kg)
40.000	35	660	700	0,9	400	1,177

Fuente: Gerencia de Investigación y Desarrollo

Calor necesario para alcanzar la temperatura de fusión:

$$\frac{(40.000kg * (660^{\circ}C - 35^{\circ}C) * 0,9 \frac{Kj}{^{\circ}C * kg})}{3600} = 6250 \frac{kw}{h} = 21.331.250 BTU$$

Calor necesario para cambiar de estado sólido a líquido:

$$\frac{40.000kg * 400 \frac{KJ}{^{\circ}C * kg}}{3600} = 4.444 \frac{kw}{h} = 15.168.889 BTU$$

Calor necesario para alcanzar la temperatura de retención:

$$\frac{(40.000 kg * (700^{\circ}C - 660^{\circ}C) * 1,177 \frac{KJ}{^{\circ}C * kg})}{3600} = 523 \frac{KJ}{h} = 1.785.378 BTU$$

Tabla 11: Calores de trabajo

	KW-h	BTU
Calor necesario para alcanzar la temperatura de fusión	6.250	21.331.250
Calor necesario para cambiar de estado de sólido a líquido	4.444	15.168.889
Calor necesario para alcanzar la temperatura de retención	523	1.785,378

Fuente: Autor

Estableciendo un tiempo de fusión de 5hr y una eficiencia térmica del horno de 30%, la energía efectiva absorbida por la carga del metal será de 4.266.250(MBTU/h), por lo tanto la capacidad del sistema de combustión debe ser de 14.220.833 MBTU/h aproximadamente. La rata de fusión será entonces de 8t/h.

La selección de los quemadores se plantea que sean quemadores fusores Regenerativos de alta velocidad donde el aire de combustión es precalentado con los gases de combustión que salen del horno y permitirá considerables ahorros de energía entre el orden del 30 y50% en comparación con un quemador convencional. La selección adecuada de la capacidad, cantidad y calidad de quemadores que permitan uniformar la temperatura a lo largo de la superficie de la carga. Permitirá obtener tiempos de fusión cortos basados en la teoría de que la transferencia de calor en los hornos de refractario de quemadores, es una función de la temperatura y la velocidad de los gases calientes que pasan a través de la superficie receptora, por lo que a mayor velocidad de los gases sobre la superficie a calentar, mayor transferencia de calor tendrá.

La incorporación de quemadores mantenedores, (adicionales a los fusores que demande la nueva cámara), actúan en el momento de apertura de puerta, evitando el enfriamiento de la zona de carga del horno, y logrando mantener la temperatura de la cámara durante la operación de carga.

La adecuada Selección de quemadores, su distribución, monitoreo y operación, así como el control de presión del horno para evitar filtraciones de aire frío, el mantener puertas y tuberías selladas sin fugas, la planeación de carga óptima y adecuada (tiempo de operación de carga Vs. Volumen y peso de carga) control adecuado de la relación aire-combustible, y mantenimiento adecuado en general del horno permitirá alcanzar tasas óptimas con el mínimo de remanente de metal por debajo de los parámetros actuales. Logrando reducir los inventarios de chatarra generada, y su reincorporación al proceso con su respectiva recuperación económica.

4. Alternativas de hornos de fusión.

Se consideraron 2 alternativas para la evaluación económica sobre la adquisición de un nuevo horno, las opciones han sido ofertadas en la moneda Euro, la tasa de cambio utilizada fue de 6,098 BsF por Euro, según lo estipulado en los Informes de Tipos de Cambio de Referencia del Banco Central de Venezuela para el primer trimestre del año 2011 (anexo 3) :

1. Horno de Fusión de Reverbero, fijo de 35TM, modelo FRF-350, con quemadores de llama larga, modelo CFL-700, costo de adquisición 614.390,00 euros = 3.746.550,22 Bs.F Por parte de la empresa Aplicaciones Mecánicas y Tecnología Industrial S.L. (anexo 1).
2. Horno de Fusión de aluminio fijo, modelo TAMF-40, con capacidad de 40 toneladas, costo de adquisición 958.740 euros = 5.846.396,52 BsF, por parte de la empresa HORMESA, Hornos y Metales S.A. (anexo 2).

5. Escenarios de instalación de las alternativas de hornos de fusión, para su localización estratégica dentro de la Sala de Colada.

La distribución de la maquinaria y equipos necesarios en un proceso productivo dentro de una planta, está influenciada por ciertos factores como son: material, maquinaria, movimiento, servicios y edificio. Cada uno de estos factores se descompone en aspectos y consideraciones necesarias para la localización del horno de fusión en la Sala de Colada.

Material

En este factor, se hace referencia a la materia prima que se va a manipular, es decir, toda la chatarra interna y externa que es generada en distintas áreas de la empresa, además, se considera también todos los suministros y materiales utilizados durante el proceso. Por lo tanto, la localización del horno se ve influenciada por las características de la materia prima y suministros:

- Especificaciones de composición química de la chatarra a cargar.
- Dimensiones físicas de cada material.
- Forma y tamaño.
- Cantidad (toneladas) que se espera procesar.

La ubicación de la materia prima y suministros, lo más próximo al área de trabajo reducirá el exceso de manejo de materiales, distancias recorridas, uso de equipos móviles, todo esto traduciéndose en disminución de costos de producción.

Maquinaria, herramientas y equipos.

Para el proceso de refusión de chatarra es necesario la intervención de equipos y herramientas que trabajarán en conjunto con el horno de fusión,

por lo tanto es de suma importancia considerar sus características y determinar de qué tipo son:

- Equipos móviles: montacargas, payloaders y grúas Whiting y Kone.
- Balanzas.
- Porta-herramientas.
- Termocupla y lanza porta-termocupla.
- Paleta para el desnate de horno.
- Tolve para el desnate.
- Paleta agitadora.
- Pala.
- Cucharón para el muestreo.
- Controles o paneles de control.

Para cada una de las herramientas y equipos es fundamental determinar el tipo, modelo, tamaño, capacidad y cantidad necesarios para el funcionamiento del horno y se relacionan con su ubicación ya que, es necesario determinar si la zona donde se pretende ubicar es suficientemente amplia para el acceso y movimiento de los equipos, ubicación de controles, desarrollo de las operación de carga de chatarra, preparación (batido, desnate y muestreo del aluminio líquido) sin inconvenientes de movilidad.

Movimiento

En cuanto al movimiento y traslado, la localización estratégica debe permitir la fluencia libre de todos los equipos móviles, zonas libres de carga y descarga de material, evitar cruces en los sentidos de traslados, evitar demoras por distancias largas, evitar esfuerzos físicos innecesarios, determinar las áreas de pasillos y de equipos de control de emergencias.

Servicios

Es fundamental que la ubicación estratégica cuente con distintos servicios, los de carácter relativo al horno, es necesario el espacio de acceso a todo el equipo para su mantenimiento, reparación y reposición; y área para un taller próximo con todas las herramientas necesarias en caso de emergencia mecánica u operativa.

En relación a los servicios auxiliares, es necesario:

- Conducción de agua, tuberías, desagües, bombas.
- Energía eléctrica para el proceso (movimientos mecánicos del horno).
- Aire comprimido, compresores, bombas, líneas de gas natural.

Edificio

El factor edificio contempla las características del lugar que contendrá el horno; las consideraciones que influyen en la ubicación son:

- Zona cerrada o abierta.
- Altura de techo.
- Ventilación.
- Fortaleza del suelo.
- Situación y espacio de columnas.
- Situación de señal de seguridad industrial.

Ahora bien, es de conocimiento que el horno de fusión que está en estudio, forma parte del proyecto: Centro de Manejo de Materiales Asociado a la Distribución y Preparación del Aluminio en la Sala de Colada, por lo tanto su ubicación será acorde a la ubicación de éste, el cual, en base a los estudios realizados por la División de Proyectos Estratégicos será en la Sala de Colada (Galpón nuevo), justo detrás del horno basculante y horno N°15.

Esta área de 680m² contendrá el horno de fusión necesario para el procesamiento de la chatarra interna y externa, y además dos procesadoras/compactadoras de escoria y horno rotatorio universal para fusión de escoria, todo esto con la finalidad de reutilizar y aprovechar todo el aluminio posible. La selección de esta área, para la localización estratégica del Centro de Manejo se debe a:

- La refusión de chatarra debe darse en el sitio más próximo a los hornos de retención, evitando de esta manera aumentar los tiempos de traslado de crisoles y la disminución de la temperatura del aluminio líquido.
- Es la única zona cercana, lo suficientemente amplia para contener el horno de fusión y el resto de los equipos.
- Su ubicación contigua al galpón de colada, permite tener las conexiones de gas natural, agua y electricidad, además cuenta con los requerimientos básicos de seguridad e higiene para el personal:
 1. Baños y bebederos próximos al área de trabajo.
 2. Sistema de emergencia contra incendios.
 3. Altavoces informativos.

Las estimaciones de costos ya han sido realizadas por la gerencia de proyectos las cuales se ubican en 2.836.280,00BsF para la construcción del galpón y adecuación de suelo y 1.075.884,00 BsF para la instalación de la red de servicios utilitarios.

El plano N° 1 (anexo 4), muestra la distribución de los hornos dentro de la sala de colada y la ubicación del área seleccionada para la implementación del Centro de Manejo. El establecimiento de los equipos y horno dentro de esta área, corresponde a la mejor distribución en función del flujo de proceso,

manejo de materiales y equipos móviles, ubicación de otros hornos y seguridad del personal.

6. Requerimientos de materiales, equipo móvil y mano de obra, necesarios para el funcionamiento del horno de fusión.

Previo al cálculo del requerimiento de mano de obra, equipos y materiales o recursos, es necesario determinar el conjunto de actividades que formarán parte de la estación de trabajo del nuevo horno de fusión, así como, el ciclo de operaciones en la estación de trabajo.

Se han considerado y tomado como referencia las actividades y tiempos que se realizan en el horno basculante (horno n°13) ya que de esta misma manera se trabajará el nuevo horno. Estas actividades que se describen a continuación han sido recolectadas de un trabajo previo realizado en la Sala de Colada:

Tabla12: Operaciones del horno basculante de la Sala de Colada

Actividades		Tiempo (minutos)
Carga de material	20 toneladas	45
Preparación del material	Agitado	5
	Desnatado	13
	Muestreo	10
	Espera por muestra	3
	Sub-total	31
Trasegado (capacidad media de	introducción	3
	Vaciado	12
	Salida	2

Actividades		Tiempo (minutos)
1 crisol: 5,26ton)	Pasaje	5
	Sub-total	22

Fuente: Ramos, Nellys. Evaluar el proceso de refusión en el horno basculante. 2000

Considerando las actividades y tiempos anteriores, mas los tiempos de fusión que se estimaron para un horno de 40 t de capacidad y rata de fusión de 8t/h, donde se planea fundir 73,13 t, se tienen las siguientes actividades en la estación de trabajo:

Tabla 13: Estación de trabajo

	Descripción de actividades	Tiempo (h:min)
1	Carga de chatarra 40 t	1:30
2	Fusión	5:00
3	Preparación del material	0:31
4	Trasegado 8 crisoles	2:56
5	Raspado horno	2:00
6	Carga de chatarra 33,13t	1:15
7	Fusión	4:08
8	Preparación del material	0:31
9	Trasegado 6 crisoles	2:12
10	Raspado horno	2:00
11.	Recolección chatarra	2:00

Fuente: Autor

Agrupando las actividades acorde a la jornada de trabajo establecida en la empresa, la cual es de tres turnos de 8 horas cada uno, se tiene la siguiente distribución de actividades:

Tabla 14: Ciclo de operaciones en la estación de trabajo

	Descripción de actividades	Tiempo (h:min)		(h:min)	(h:min)
1	Carga de chatarra 40 t	1:30	TURNO N° 1	1:30	
2	Fusión	5:00		5:00	Total turno
	Recolección chatarra				
3	Preparación del material	0:31		0:31	7:01
4	Trasegado, 11 crisoles	2:56	TURNO N° 2	2:56	
5	Carga de chatarra 33,13	1:15		1:15	Total turno
6	fusión	4:08		3:30	
7	Preparación del material	0:31	TURNO N° 3	0:38	
				0:31	
8	Trasegado 6 crisoles	2:12		2:12	Total turno
9	Raspado horno	2:00		2:00	5:21

Fuente: Autor

Requerimiento del personal

En base a lo desarrollado en la tabla anterior, se puede observar que las actividades se llevan a cabo en los tres turnos, sin embargo es necesario calcular el requerimiento de mano de obra necesario para realizar todas las actividades y de esta forma redistribuir las operaciones. Para el cálculo del requerimiento y carga de trabajo de la mano de obra se tiene la siguiente fórmula:

$$Req = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.} \quad (1)$$

$$T.T.T.A. = TE * FE \quad (2)$$

$$TE = TN + \Sigma Tol \quad (3)$$

$$TN = TP * Cv \quad (4)$$

$$CT = \left(\frac{T.T.T.A.}{T.T.T.} * 100\% \right) + \%DI \quad (5)$$

$$\%DI = \Sigma \frac{DI}{T.T.T.} * 100\% \quad (6)$$

Donde:

T.T.T.A.: tiempo total de trabajo y atención.

T.T.T.: tiempo total de turno.

T.T.I.: tiempo total inactivo.

TE: tiempo estándar.

CT: Carga de Trabajo

FE: frecuencia estándar.

TN: tiempo normal

Tol: tolerancias

TP: tiempo promedio

Cv: coeficiente de velocidad

DI: Demoras inevitables

Por lo tanto se tiene que, el Tiempo Normal (TN) es la sumatoria del tiempo promedio de todas las actividades que serán realizadas por el personal (TP) por el coeficiente de velocidad, sin embargo, en base a la información suministrada por la División de Ingeniería Industrial, la empresa maneja como Cv para todos sus estudios el valor de 1. Consecuentemente, el valor de TN será igual al valor de TP, el cual es el siguiente:

Tabla 15: Tiempo promedio

Actividad	Tiempo	Actividad	Tiempo
Carga chatarra 40t	1:30	Carga chatarra 33,13t	1:15

Recolección chatarra	2:00	Preparación material	0:31	
Preparación metal	0:31	Trasegado6 crisoles	2:12	
Trasegado8 crisoles	2:56	Raspado horno	2:00	
$TP = \Sigma$				=12:55 =775 min

Fuente: Autor

Para el Tiempo Estándar, la sumatoria de las tolerancias viene dada por los tiempos de demoras inevitables en la jornada de trabajo, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16: Demoras inevitables del personal de la Sala de Colada

Demoras por turno	Almuerzo	Tiempo personal	Actividades de inicio y fin de turno
Tiempo (min)	30	15	15

Fuente: División de Ingeniería Industrial. Mayo 2011

Sin embargo, estas demoras no serán utilizadas para el cálculo del TE, debido a que, por ser un valor que después será restado en la ecuación (1) de requerimiento (T.T.I) es innecesario sumarlas en esta fórmula.

$$TE = TN$$

$$TE = 775 \text{ min}$$

Ahora bien, para el cálculo del tiempo total de trabajo y atención se tiene que el valor de FE= 1, debido a que todas las actividades antes descritas se realizan una solo vez por día, por lo tanto

$$T.T.T.A. = 775min * 1vez/dia = 775min/dia$$

$$= \frac{775min}{dia} * \frac{1dia}{3turnos} = 258min/turno$$

Y el requerimiento del personal será

$$Req = \frac{258min/turno}{\frac{480min}{turno} - \frac{60min}{turno}} = \frac{258min/turno}{420min/turno} = 0,614 \cong 1$$

$$CT = \left(\frac{258min/turno}{480min/turno} * 100\% \right) + \left(\frac{60min/turno}{480min/turno} * 100\% \right)$$

$$= (0,53 * 100\%) + (0,125 * 100\%) = 53 + 12,5 = 65,5\%$$

Es decir, se requiere de una (1) persona por turno, tres (3) al día para realizar las actividades del horno de fusión. Es política de la empresa y producción contar con un trabajador extra, para cubrir los periodos que se encuentre inactivo un trabajador, por lo tanto, serán necesarios cuatro trabajadores al año para el funcionamiento del horno.

Dentro de la clasificación de trabajadores en función de las actividades que realizan, éstos estarán dentro del tipo de Operador Integral de Colada y pertenecerán a la Nómina Diaria de salario. Por consiguiente, su salario diario ya establecido es de 80,71BsF. Además, a esta clasificación se le

asigna un factor de beneficio de 4. Este factor representa todos los beneficios de los cuales goza el trabajador, los cuales son comidas, transporte, vestuario, implementos de seguridad, bonos, vacaciones.

El costo anual por concepto de mano de obra será entonces

$$80,71 \frac{BsF}{\text{dia trabajador}} * 365 \frac{\text{dias}}{\text{año}} * 4 * 4 \text{ trabajadores} = 471.346,4 \frac{BsF}{\text{año}}$$

Requerimiento de equipo móvil

La Superintendencia de Distribución y Preparación del Metal, la cual se encarga de la recolección de chatarra, clasificación, carga de ésta en hornos y preparación del metal (batido, desnatado y muestreo), tendrá bajo su responsabilidad las operaciones del nuevo horno; al mismo tiempo, esta Superintendencia tiene asignado por parte del Departamento de Taller Automotriz tres montacargas por turno para la realización de sus operaciones.

A continuación se calculó el requerimiento de equipo móvil necesario para las operaciones del horno de fusión, el cual será analizado en conjunto con la disponibilidad de los equipos que han sido asignados a la Superintendencia.

Para el Tiempo Promedio se tiene la suma de las actividades que llevara a cabo el montacargas, descritas en la tabla 16.

Tabla 17: Operaciones de Montacargas

Actividades	Tiempo (h:min)
Carga de chatarra 40t	1:30
Recolección de chatarra	2:00
Preparación del metal	0:31

Actividades	Tiempo (h:min)
Carga de chatarra 33,13t	1:15
Preparación del metal	0:31
Raspado de horno	2:00
TP=	7:47= 467min

Fuente: Ramos, Nellys. Evaluar el proceso de refusión en el horno basculante. 2000

Al igual que en el cálculo de personal, el coeficiente de velocidad es igual a uno (1) y la suma de las tolerancias serán eliminadas de la formula de TE, por lo tanto se tiene que:

$$TN = 467 \text{ min} * 1 = 467 \text{ min}$$

$$TE = TN = 467 \text{ min}$$

$$T.T.T.A. = TE * FE = 467 \text{ min} * \frac{1 \text{ vez}}{\text{dia}} = \frac{467 \text{ min}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{3 \text{ turno}} = 155,67 \text{ min/turno}$$

Para el requerimiento es necesario determinar las demoras que presentan los equipos móviles, estas son:

Tabla 18: Demoras Inevitables en Montacargas

Demoras	Tiempo (min)
Equipo a taller automotriz	10,49
Colocar gasoil	3,05
Revisar equipo	6,73
Total	20,28

Fuente: Morales, Cesar. Requerimiento de equipos móviles industriales de la Superintendencia de Reducción III C.V.G. VENALUM, C.A. 2010

$$Req = \frac{T.T.T.A.}{T.T.T. - T.T.I.} = \frac{155,67 \text{ min/turno}}{\frac{480 \text{ min}}{\text{turno}} - \frac{20,28 \text{ min}}{\text{turno}}} = \frac{155,67}{459,72} = 0,34 \cong 1$$

$$CT = \left(\frac{155,67 \text{ min/turno}}{480 \text{ min/turno}} * 100\% \right) + \left(\frac{20,28 \text{ min/turno}}{480 \text{ min/turno}} * 100\% \right)$$

$$= (0,3243 * 100\%) + (0,0422 * 100\%) = 32,43\% + 4,22\% = 36,65\%$$

Aunque este valor se encuentra moderadamente alejado a uno (1), ha sido aproximado, ya que, el 55,5% de las actividades que realiza el operador requiere de equipo móvil, y se habla de un (1) equipo porque es un solo operador que realiza el trabajo.

Ahora bien, es necesario determinar la disponibilidad presente en los montacargas de la Superintendencia para su análisis. En el año 2010, los montacargas asignados fueron los equipo móvil N° 617, N° 619 y el N°639.

Con los tiempos operativos y los tiempos inactivos de cada montacargas (Anexo 5) y el Programa Estadística de Fallas, rel-mant-version 2001 se obtuvieron los porcentajes de disponibilidad de cada uno de los equipos móviles:

Tabla 19: Disponibilidad de equipos móviles

Montacargas			
(horas)	N°619	N°617	N°639
Tiempo promedio operativo (TPO)	63,778	38,207	62,204
Tiempo promedio fuera de servicio (TPFS)	90,889	57,793	51,429
Tiempo promedio entre fallas (TPEF)	154,667	96	113,633
Tiempo total operativo (TTO)	2296	2216	3048
Tiempo total fuera de servicio (TTFS)	3272	3352	2520
DISPONIBILIDAD	41,24%	39,80%	54,74%

Fuente: Software Estadística de Fallas. Versión 2001.

Claramente se puede observar que la disponibilidad de los montacargas para el año 2010 fue deficiente, ya que, según los parámetros establecidos en el Taller Automotriz, una disponibilidad óptima sería del 90%.

El trabajo de la superintendencia está programado para realizarse con tres montacargas por turno y así atender a los 13 hornos de la sala de colada, sin embargo se cuenta con un plan auxiliar, que se basa en enviar cualquier montacargas disponible (ya sea de otra área operativa) a Colada para realizar el trabajo de distribución y preparación del metal. Cabe destacar, que no siempre existen montacargas disponibles, por lo tanto, el trabajo de la superintendencia se para, impidiendo la carga de chatarra en hornos y preparación del metal, generando un retraso en el proceso productivo.

Para el óptimo funcionamiento del horno de fusión será necesario contar con un montacargas de torre fija de capacidad de 5t, actualmente su costo es de 391.961,54 Bs.F y sus costos de operación y mantenimiento se ubican el 10% del costo de adquisición.

Requerimiento de materiales

Los materiales o insumos necesarios para el funcionamiento del horno son gas natural, materia prima y electricidad.

Gas natural

Tomando como referencia el horno actual de fusión (horno N°13), y en base a la información suministrada por la Gerencia de Investigación y Desarrollo, se fijaron las estimaciones de consumo de gas, donde, en el periodo de fusión de chatarra se consumen 573m³/h y en el periodo de retención se necesitan 286,95m³/h, es decir, la mitad. Por lo tanto se puede

estimar el consumo de gas mensual y anualmente, considerando que se procesaran 73,13t de chatarra al día.

Tabla 20: Consumo promedio de gas del Horno Basculante

Chatarra procesada 73,13t/día	Tiempo de fusión (día)	Consumo gas= 573m³/h
	8:08(h:min) = 8,13horas	573*8,13= 4658,49m³/día
	Tiempo de retención (día)	Consumo gas= 286,95m³/h
	15:52 (h:min) = 15,86horas	286,95*15,86= 4551,027m³/día
Chatarra procesada 2.193,88 t/mes	Tiempo de fusión (mes)	Consumo de gas
	243,9horas	139754,7m ³ /mes
	Tiempo de retención (mes)	Consumo de gas
	475,8 horas	136530,81m ³ /mes
Chatarra procesada 24.132,73 t/anual	Tiempo de fusión (año)	Consumo gas
	2682,9 horas	1.537.301,7 m ³ /año
	Tiempo de retención(año)	Consumo gas
	5233,8 horas	1.501.838,91m ³ /año

Fuente: Gerencia de Investigación y Desarrollo. 2011

Anualmente será necesario un suministro de 3.039.140,61 m³ de gas natural por parte de PDVSA GAS.

Electricidad:

El consumo de electricidad promedio del horno basculante está conformado por el sistema de combustión que consume 45kw, sistema de suministro de aire 45kw, sistema de elevación de puerta 2,238kw y sistema de controles 5,534Kw, para un total de 97,772Kw. Al día se presenta un consumo de 2346,526kw, mensualmente 70395,84kw y al año se consume aproximadamente 774354,24 kw.

Materia prima:

Esta será la proveniente de toda la planta (Complejos de Reducción y Sala de Colada). Se tiene considerado que diariamente se recibirán 73,13t para ser procesadas en el nuevo horno, anualmente se maneja un valor de 24.132,73 t. datos que fueron estimados en función de las toneladas de cilindros, lingotes y pailas que se tienen proyectados producir y el porcentaje de generación de chatarra asociado a cada producto.

7. Costos de operación de las alternativas

Los costos de operación, que también son llamados costos de producción, son aquellos gastos necesarios para mantener una línea de producción o un equipo en funcionamiento. En la determinación de los costos para el nuevo horno de fusión, se han considerado los costos del horno basculante para su comparación, en la siguiente tabla se detallan cada uno de los gastos asociados a la producción, para un lapso de un año.

Tabla 21: Costos de operación del horno basculante.

Requerimiento	Cantidad(año)	Tarifa	Costo anual BsF
Mano de obra: Operador integral de Colada.	4	-----	471.346,4
Equipo móvil Montacargas	1	-----	39.196,15
Gas natural (propano)	3.039.140,61 m ³	0,052 BsF/m ³	158.035,31
Electricidad	774354,24 kw	0,131 BsF/Kw	101.440,40
TOTAL			770.018,27

Fuente: División de Ingeniería Económica. 2011

Sin embargo, la División de Ingeniería Económica tiene fijado como costos de operación para equipos y maquinaria nuevos un 10% del costo de inversión inicial, por lo tanto para las alternativas se fijo:

1. Horno de Fusión de Reverbero, fijo de 35 TM, modelo FRF-350, costo de adquisición 3.746.550,22 BsF, costos de operación 374.655,022 Bs.F
2. Horno de Fusión de aluminio fijo, modelo TAMF-40, con capacidad de 40 toneladas, costo de adquisición 5.846.396,52 BsF, costos de operación 584.639,652 Bs.F

8. Evaluar económicamente las alternativas de adquisición de hornos de fusión, calculando el Costo Anual Uniforme Equivalente

A través de este método, el cual también es llamado Valor Anual (VA), se procesarán todos los flujos monetarios para convertirlos en una serie anual uniforme de pagos, lo cual en teoría, representarían los pagos anuales recibidos por el prestamista para la recuperación del capital.

A continuación se presenta la evaluación económica de comparación de las dos alternativas consultadas en empresas españolas, sin embargo es necesario dar a conocer algunas premisas previas a los cálculos, estas son:

- Se planteo que la adquisición del equipo se daría en el año 2011, con la finalidad de tomar este año como base para el flujo de caja en los cuales se le sumarían los años de vida útil de cada alternativa, es decir, para la alternativa A, el año cero (0) se ubicara en el año 2011 y como su vida útil es de 25 años, esta será hasta el 2036. Para la

alternativa B, se hizo de igual manera, ubicando su inicio en el 2011 y el fin de su vida en el 2041, debido a que ésta tiene 30 años de vida útil.

- El valor de la tasa de interés efectiva (i%) seleccionada para la evaluación fue de 12%, el cual fue suministrado por la División de Ingeniería Económica.
- Los cálculos económicos fueron realizados considerando una proyección del aumento anual de inflación, que se tendrá en la nación para los próximos años, para esto, se consideraron las inflaciones registradas por el Banco Central de Venezuela desde el año 2000 hasta el 2010 y las proyecciones registradas por el Fondo Monetario Internacional para el cierre del 2011 y el 2012.

La siguiente tabla muestra las inflaciones anuales tomadas para el cálculo del aumento inflacionario anual, el cual es considerado en la evaluación.

Tabla 22: Inflación acumulada anual.

Año	Inflación (%)	Variación (%)
2000	13,4	---
2001	12,3	-1,1
2002	31,20	18,9
2003	27,1	-4,1
2004	19,20	-7,9
2005	14,4	-4,8
2006	17	2,6
2007	22,5	5,5
2008	31,9	9,4
2009	26,91	-4,99
2010	27,36	0,45

Año	Inflación (%)	Variación (%)
2011	29,8	2,44
2012	31,3	1,5
		17,9/12=1,5

Fuente: <http://www.bcv.org.ve> .2011

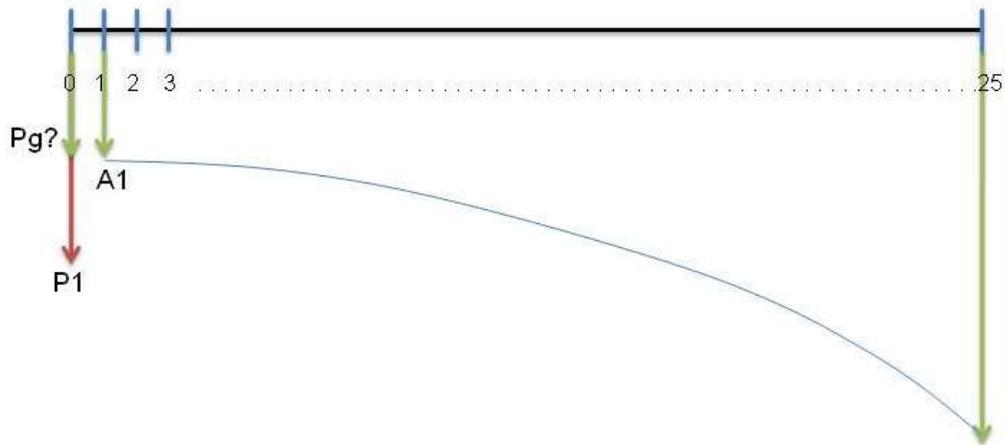
Con este valor de 1,5% que representa el aumento anual promedio de la inflación, se da paso a la evaluación económica a través del método de Valor Anual. La siguiente tabla, muestra los datos necesarios para determinar cada uno de los flujos económicos.

Tabla 23: Datos de Evaluación Económica

FLUJOS	ALTERNATIVAS	
	A	B
INVERSION INICIAL (P1)	3.746.550,22 BsF	5.846.396,52 BsF
VIDA UTIL	25años	30años
VALOR DE SALVAMENTO	0	0
COSTO DE OPERACIÓN (A1)	374.655,022 BsF/año	584.639,652 BsF/año
TASA DE INTERES EFECTIVA (i)	12%	12%
TASA DE CAMBIO EN FORMA DECIMAL DE AUMENTO (j)	1,5%	1,5%

Fuente: Autor

Flujo de Caja para la alternativa A:



$$Pg = A1 \left[\frac{1 - \left(\frac{1+j}{1+i} \right)^n}{i-j} \right]$$

$$Pg = 374.655,022 \left[\frac{1 - \left(\frac{1+0,015}{1+0,12} \right)^{25}}{0,12 - 0,015} \right] = 3.263.769,759 \text{ BsF}$$

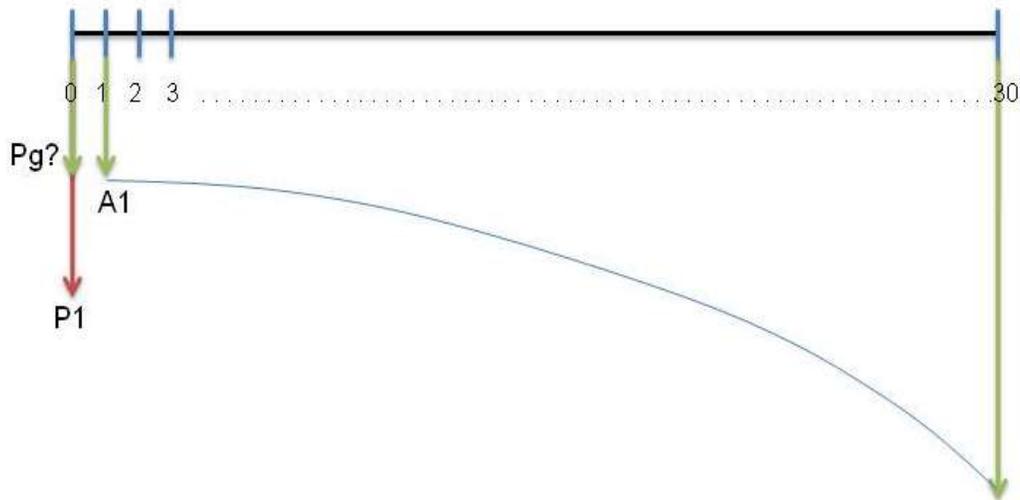
$$P_T = -P1 - Pg = -3.746.550,22 - 3.263.769,759 = -7.010.319,979 \text{ BsF}$$

$$\text{Valor Anual} = A/P = P_T (A/P, i\%, n)$$

$$= -7.010.319,979 * (A/P, 12\%, 25)$$

$$= -7.010.319,979 * (0,12750) = \mathbf{-893.815,7973 \text{ BsF}}$$

Flujo de Caja para la alternativa B:



$$Pg = A1 \left[\frac{1 - \left(\frac{1+j}{1+i} \right)^n}{i-j} \right]$$

$$Pg = 584.639,652 \left[\frac{1 - \left(\frac{1+0,015}{1+0,12} \right)^{30}}{0,12 - 0,015} \right] = 5.277.892,922 \text{ BsF}$$

$$P_T = -P1 -Pg = -5.846.396,52 -5.277.892,922 = -11.124.289,44 \text{ BsF}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor Anual} &= A/P = P_T (A/P, i\%, n) \\ &= -11.124.289,44 * (A/P, 12\%, 30) \\ &= -11.124.289,44 * (0,12414) = \mathbf{-1.380.969,291 \text{ BsF}} \end{aligned}$$

Valores Anuales obtenidos:

- Alternativa A: **-893.815,7973 BsF**
- Alternativa B: **-1.380.969,291BsF**

En función a este método, la alternativa **A** es la seleccionada ya que por ser la más económica genera menor costo. Una vez que se convirtieron todos los egresos de cada alternativa a una serie uniforme de pagos, a realizar por la empresa para cada una de las vidas útiles, se puede demostrar que adquiriendo el horno ofertado por la empresa Aplicaciones Mecánicas y Tecnología Industrial S.L. estos pagos anuales serán de **893.815,7973 BsF**, ya que el objetivo es minimizar los costos.

9. Beneficios productivos que generará la implementación del horno de fusión

La adquisición de este nuevo horno de fusión de chatarra como parte del Centro de Manejo de Materiales Asociados a la Distribución y Preparación del Aluminio Líquido en la Sala de Colada, generará grandes cambios en el esquema operativo de la Sala, traduciéndose en beneficios operativos, productivos y económicos, los cuales son descritos a continuación:

1. La puesta en operación del horno de fusión permitirá procesar todas las toneladas generadas de chatarra tanto interna como externa, aproximadamente 73,13 t, sin verse en la necesidad de cargar chatarra en los hornos de retención.
2. La chatarra generada en las unidades verticales (cilindros defectuosos) podrán ser cargadas en el nuevo horno, debido a que su diseño físico (estructura) permite la carga de cilindros de dimensiones de 7 m de longitud, con lo cual se reduce el exceso de manipulación, uso de equipo móvil y sierra que se daba para cortar los cilindros y poder ser cargados en el horno actual N°13, es decir, disminución de costos por manejo y manipulación de materiales. Además, dejar de

cargar los cilindros en los hornos de retención (N°7, 8, 9, 10,11 y 12) elimina los daños generados al refractario frontal de los hornos, ya que estos carecen de rampa que se ubica en el borde de la puerta hacia el piso con la cual se evitaría golpear los refractarios del horno. También se eliminarán los daños causados en el marco de la puerta de carga por el roce mecánico de los cilindros al ser introducidos, aumentará la disponibilidad de carga de metal líquido proveniente de la Sala de Reducción, debido a la eliminación del proceso de refusión en los hornos de retención.

3. Implementación de un sistema continuo de carga de chatarra lo cual permite generar un ambiente de orden y limpieza en la Sala de Colada. La falta de capacidad de refusión del horno basculante (N°13), y la limitada carga de chatarra en los retención generan “cuellos de botella” en el proceso de refusión de la misma, lo que origina grandes acumulaciones de material por toda la Sala, dificultando la circulación de equipos móviles, movimiento de grúa con crisoles y generación de situaciones que expongan al personal a peligro.
4. Al no realizarse la carga de chatarra en los hornos de retención, la vida útil del revestimiento de los mismos (refractarios) se prolonga. La vida útil calculada por la Gerencia de Colada para los revestimientos actuales (al momento de instalarse) es de 10 años para cada horno, si no se carga chatarra, aumentaría 10 años más, lo cual permite grandes ahorros por concepto de gastos en reconstrucción, los cuales oscilan entre 10 y 12 millones de bolívares fuertes. Para Marzo del 2006, la vida útil de los hornos se indica en la tabla 24:

Tabla 24: Vida útil de hornos de Retención

Hornos	Vida útil restante	Hornos	Vida útil restante
1	2 años, 9 meses	8	9 meses
2	4 meses	9	8 años 9 meses
3	17 años, 9 meses	10	8 años 5 meses
4	13 años, 5 meses	11	1 año, 3 meses
5	1 año, 11 meses	12	2 años, 2 meses
6	8 años, 9 meses	13	7 años, 6 meses
7	11 años, 8 meses		

Fuente: Superintendencia de Distribución y Preparación del Metal.2011

5. Evitando la carga de chatarra el nivel de generación de escoria disminuiría, por lo tanto disminuiría la pérdida de aluminio en escoria y los costos de su procesamiento.
6. Aumento de la productividad en los hornos de retención al no tener que fundir. En la siguiente tabla, se muestran los tiempos de carga y fusión de material al día, que ha tenido en promedio cada uno de los hornos de retención, basados en la chatarra diaria que procesaron el en año 2008, debido a que éste fue el año de mayor producción de la misma. Cabe destacar que en este lapso, los hornos N°9 y N°10 estuvieron fuera de servicio, por motivo de mantenimiento e instalación de nueva tecnología de colada.

Tabla 25: Tiempos operativos de hornos de retención.

Horno	Capacidad (t)	Remanente (t)	Chatarra procesada t/año	Chatarra procesada t/día	Tiempos Carga-fusión chatarra/día	Tiempo carga Aluminio liquido ¹	Tiempo carga aluminio liquido ²
1	60	15	278,123	0,762	0,0285h- 0,253h	44,238t= 1,336h	-----

Horno	Capacidad (t)	Remanente (t)	Chatarra procesada t/año	Chatarra procesada t/día	Tiempos Carga-fusión chatarra/día	Tiempo carga Aluminio liquido ¹	Tiempo carga aluminio liquido ²
2	80	10	405,977	1,112	0,0417h- 0,370h	68,888t= 2,171h	-----
3	60	15	688,780	1,887	0,071h- 0,629h	43,113t= 1,336h	-----
4	60	15	407,333	1,116	0,042h- 0,372h	43,884t= 1,336h	-----
5	80	15	395,100	1,082	0,040h- 0,360h	63,918t= 2,004h	-----
6	50	15	829,265	2,272	0,0852h- 0,757h	32,728t= 1,002h	35t= 1,169h
7	51	5	2259,178	6,189	0,232h- 2,060h	39,811t= 1,336h	46t= 1,503h
8	83	15	3096,198	8,483	0,318h- 2,824h	59,517t= 1,837h	68t= 2,171h
11	80	10	2811,684	7,703	0,289h- 2,56h	62,297t= 2,004h	70t= 2,171h
12	80	10	3120,364	8,548	0,320h- 2,846h	61,452t= 2,004h	70t= 2,171h

¹El aluminio líquido cargado es la diferencia entre la capacidad del horno, el remanente de metal y la chatarra cargada.

²Al no cargarse chatarra en el horno, las toneladas de aluminio líquido son mayores, por lo tanto se calcula un nuevo tiempo

Fuente: Informe de Superintendencia de Distribución y Preparación del Material.

A continuación se determina la productividad actual de cada horno de retención y el aumento que se tendría con la puesta en operación de horno de fusión; para esto se plantean 2 escenarios, en el primero se consideran los tiempos de carga y fusión de la chatarra, carga de aluminio líquido, preparación del material (batido-desatado-muestreo) que es de 31 minutos y la preparación de aleación (para los hornos del 7 al 12) y en el escenario 2 serán eliminados los tiempos relacionados a la chatarra.

Horno N°1:

Escenario 1:

Carga chatarra 0,0285

Fusión chatarra 0,253

Carga aluminio líquido 1,336

Preparación 0,52

Total tiempo (horas) 2,517

$$P = \frac{45t}{2,517h} = 17,87t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido 1,336

Preparación 0,52

Total tiempo (horas) 1,856

$$P = \frac{45t}{1,856h} = 24,25 t$$

Horno N°2:

Escenario 1:

Carga chatarra 0,0417

Fusión chatarra 0,370

Carga aluminio líquido 2,17

Preparación 0,52

Total tiempo (horas) 3,1017

$$P = \frac{70t}{3,1017h} = 22,568 t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido 2,17

Preparación 0,52

Total tiempo (horas) 2,69

$$P = \frac{70t}{2,69h} = 26,022t/h$$

Horno N°3:

Escenario 1:	
Carga chatarra	0,071
Fusión chatarra	0,629
Carga aluminio líquido	1,336
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>2,556</u>

$$P = \frac{45t}{2,556h} = 17,605t/h$$

Escenario 2:	
Carga aluminio líquido	1,336
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>1,856</u>

$$P = \frac{45t}{1,856} = 24,245t/h$$

Horno N°4:

Escenario 1:	
Carga chatarra	0,042
Fusión chatarra	0,372
Carga aluminio líquido	1,336
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>2,27</u>

$$P = \frac{45t}{2,27h} = 19,82t/h$$

Escenario 2:	
Carga aluminio líquido	1,336
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>1,856</u>

$$P = \frac{45t}{1,856h} = 24,245t/h$$

Horno N° 5:

Escenario 1:	
Carga chatarra	0,040
Fusión chatarra	0,360
Carga aluminio líquido	2,004
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>2,924</u>

Escenario 2:	
Carga aluminio líquido	2,004
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>2,524</u>

$$P = \frac{65t}{2,524} = 25,752t/h$$

$$P = \frac{65t}{2,924h} = 22,230t/h$$

Horno N°6:

Escenario 1:	
Carga chatarra	0,0852
Fusión chatarra	0,757
Carga aluminio líquido	1,002
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>2,3642</u>

Escenario 2:	
Carga aluminio líquido	1,169
Preparación	0,52
Total tiempo (horas)	<u>1,689</u>

$$P = \frac{35t}{1,522h} = 20,722t/h$$

$$P = \frac{35t}{2,3642h} = 14,804t/h$$

Horno N°7:

Escenario 1:

Carga chatarra 0,232

Fusión chatarra 2,060

Carga aluminio líquido 1,336

Preparación 0,52

Preparación aleación 2

Total tiempo (horas) 6,148

$$P = \frac{46t}{6,1148h} = 7,482t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido 1,503

Preparación 0,52

Preparación aleación 2

Total tiempo (horas) 4,023

$$P = \frac{46t}{4,023h} = 11,434t/h$$

Horno N°8:

Escenario 1:

Carga chatarra 0,318

Fusión chatarra 2,824

Carga aluminio líquido 1,837

Preparación 0,52

Preparación aleación 2

Total tiempo (horas) 7,499

$$P = \frac{68t}{7,499h} = 9,067t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido 2,171

Preparación 0,52

Preparación aleación 2

Total tiempo (horas) 4,691

$$P = \frac{68t}{4,691h} = 14,496 t/h$$

Horno N°11:

Escenario 1:

Carga chatarra	0,289
Fusión chatarra	2,56
Carga aluminio líquido	2,004
Preparación	0,52
Preparación aleación	2
Total tiempo (horas)	<u>7,373</u>

$$P = \frac{70t}{7,373h} = 9,494t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido	2,17
Preparación	0,52
Preparación aleación	2
Total tiempo (horas)	<u>4,69</u>

$$P = \frac{70t}{4,69h} = 14,925t/h$$

Horno 12:

Escenario 1:

Carga chatarra	0,320
Fusión chatarra	2,846
Carga aluminio líquido	2,004
Preparación	0,52
Preparación aleación	2
Total tiempo (horas)	<u>7,69</u>

$$P = \frac{70t}{7,69h} = 9,103t/h$$

Escenario 2:

Carga aluminio líquido	2,171
Preparación	0,52
Preparación aleación	2
Total tiempo (horas)	<u>4,691</u>

$$P = \frac{70t}{4,691h} = 14,922t/h$$

Agrupando las productividades tenemos:

Tabla 26: Productividad de hornos de Retención

Horno	Productividad actual (t/h)	Productividad esperada (t/h)	Variación	
			(t/h)	%
1	17,87	24,25	6,38	36
2	22,568	26,022	3,454	15,3
3	17,605	24,245	6,64	38
4	19,82	24,245	4,425	22,3
5	22,230	25,752	3,522	16
6	14,804	20,722	5,918	40
7	7,482	11,434	3,952	54
8	9,067	14,496	5,429	60
11	9,494	14,925	5,431	57,2
12	9,103	14,922	5,819	64

Fuente: Autor

Claramente podemos observar, que para los hornos del 7 al 12, los cuales son los asignados para la producción de cilindros de extrusión, la productividad aumentaría en gran manera si se instalará el nuevo horno y por consiguiente aumentaría los beneficios de producción en la Sala de Colada ya que se obtendría el aluminio líquido más rápido para ser distribuido en las máquinas lingoteras y mesas de colada, disminuyendo los tiempos de producción. Y en un análisis más profundo podrían llegar a desincorporarse equipos, ya que por tener el aluminio líquido sin retrasos de fusión, podrían fabricar productos de forma más continua en determinados equipos (por ejemplo 2 lingoteras) sin necesidad de trabajar en todos (3 lingoteras), y por consiguiente generar ahorros por reducción de costos de operación y mantenimiento en la Sala.

CONCLUSIONES

Después de realizado el estudio y analizado los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Actualmente la sala de colada de CVG VENALUM cuenta con un horno basculante donde es refundida la chatarra. Sin embargo, este reproceso también se realiza en los hornos de retención con los que se cuenta, aún cuando no es su principal función; esto es debido a que en el cierto momento, durante el balance de carga y la distribución de los crisoles con alto contenido de hierro contaminaron los hornos y por ende se utilizaron para refundir. Adicionalmente por los tiempos de parada del horno basculante a causa de daños físicos; es necesario utilizar los hornos de retención para continuar con el reproceso la fusión de la chatarra.
2. En términos globales para el período en estudio; de la producción de aluminio para producto sólido, fue destinado el 24% a la producción de cilindros para extrusión y un 76% a la producción de lingotes y pailas.
3. Los porcentajes de generación de chatarra por proceso son 64,4% de chatarra por cilindros y 35,6% para el resto, los cuales están cercanos a los porcentajes de distribución de chatarra en hornos que se ubican en 38% de chatarra en el horno basculante y 60% de chatarra en los hornos de retención. Esta distribución genera capacidad ociosa en el horno basculante.
4. Se determinó en general, que la mayor chatarra generada proviene de la producción de cilindros, es reprocesada o fundida mayormente en sus respectivos hornos (hornos de retención). Ya que las dimensiones de éstos, no permiten que sean cargados libremente en el basculante, sino que requieren de trabajo y tiempo extra para su manipulación y

preparación. Procesar los cilindros en los hornos de retención genera daños físicos, reduce la disponibilidad de carga de metal líquido proveniente de la sala de celdas y por no ser diseñados para fundir, aumentan los tiempos de fusión y generación de escoria. Con el aumento de producción de cilindros para extrusión que se tendrá con la puesta en operación de la unidad de colada vertical N° 3, colapsará el sistema actual de refusión de chatarra en la Sala de Colada.

5. De las propuestas ofertadas por las empresas Aplicaciones Mecánicas y Tecnología Industrial S.L.; y HORMESA, Hornos y Metales S.A. y en base a la evaluación económica desarrollada, la primera alternativa es la más conveniente a CVG VENALUM, es decir, Aplicaciones Mecánicas y Tecnología Industrial S.L.
6. Incorporando el nuevo horno al proceso productivo, aumenta la productividad de los equipos actuales.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones se recomiendan las siguientes acciones:

1. Considerar la evaluación operativa y económica para la adquisición del horno, el cual traerá beneficios determinantes al proceso productivo de aluminio sólido y permitirá, completar la instalación del Centro de Manejo de Materiales Asociados a la Distribución y Preparación de Aluminio líquido en la Sala de Colada.
2. Diseñar un plan o práctica de trabajo de Carga de chatarra en Hornos (nuevo horno y horno basculante) en función a tiempos de carga, toneladas de chatarra a procesar, tipo de chatarra, utilización y manejo de equipos móvil.
3. Realizar un estudio de tiempo y calidad para la determinación de las causas exactas por las cuales se genera tanta chatarra en el sistema productivo vertical.
4. Capacitar, entrenar y supervisar al personal encargado de la producción de cilindros para extrusión de las 3 unidades de colada vertical, de manera que se ejecuten correctamente los procedimientos o prácticas de trabajo, evitando así el aumento de chatarra por este producto (cilindros con defecto superficial, cilindros taponados, cilindros de coladas interrumpidas).
5. Realizar las prácticas de mantenimiento preventivo adecuadas, que optimicen y garanticen la disponibilidad y productividad de los hornos de fusión.

BIBLIOGRAFÍA

- FIDIAS, A. (2006). El proyecto de la investigación, introducción a la metodología científica. Caracas. Editorial Episteme, 5ta edición.
- HUFNAGEL, W. (1992). Manual del aluminio. Barcelona. Editorial Reverté, 2da edición.
- MORALES, C.(2010). Requerimiento de equipos móviles industriales de la Superintendencia de Reducción III C.V.G. VENALUM, C.A. Práctica Profesional. Puerto Ordaz.
- RAMOS, N. (2000). Evaluar el proceso de refusión en el horno basculante. Tesis de Grado. Puerto Ordaz
- RODRIGUEZ, M. (1993). Evaluación del proceso de generación y distribución de chatarra en sala de colada. Informe de Pasantía. Puerto Ordaz.
- Superintendencia de Distribución y Preparación del Metal (2006). Vida útil de los hornos de la Sala de Colada. Informe. Puerto Ordaz.
- Superintendencia de Distribución y Preparación del Metal (2010). Control de Equipos Móviles. Informe. Puerto Ordaz.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Banco Central de Venezuela. Tipos de cambio de referencia. Recuperado en Junio 2011 de: <http://www.bcv.org.ve>
- CVG VENALUM. Manual de Inducción. Recuperado en Marzo del 2011, de: <http://venalumi>
- CVG VENALUM. Practica de trabajo de la Gerencia de Colada. Recuperado en Abril 2011, de <http://venalumi>
- División de Ingeniería Económica. Informes varios. Consultados en Mayo 2011.
- GOMEZ, G. Evaluación de Alternativas de Inversión. Recuperado Marzo 2011 de: www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/22/cauetio.htm
- Hornos de Gas. Recuperado en Noviembre de 2010, de: <http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/hornos-de-gas>
- Intranet CVG VENALUM.
- Software Estadística de Fallas. Versión 2001.
- Software Sistema Integral de Colada.

Anexos

Anexo 1: COTIZACION DE EMPRESA APLICACIONES MECANICAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL S.L.

**APLICACIONES MECÁNICAS Y
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L.**



Metal, S - Polígono Industrial La Ferrera
Apartado de correos, 56
E-08110 MONTCADA I REIXAC - Barcelona (SPAIN)
Tel.: 902 430 009 - (+ 34) 93 564 66 12
Fax: (+ 34) 93 564 66 54
www.metaamtl.com - E-mail: info@metaamtl.com

A la atención de la Srta. AURA N. SALOMA,-

SU REFERENCIA: E-mail

Sres. CVG VENALUM

SU CARTA: 10.05.11

Avenida Fuerzas Armadas

Nº REFERENCIA: CA/.

Zona Industrial Matanzas

FECHA: 20 mayo 2011

CIUDAD GUAYANA (Venezuela)

ASUNTO: OFERTA 11/1091

Señores,

De acuerdo con las conversaciones mantenidas con Uds., nos es grato someter a su consideración nuestro presupuesto. En las hojas siguientes les detallamos la descripción y alcance de nuestro suministro, así como su valoración económica.

Nuestra oferta se desglosa como sigue:

- HORNO DE FUSIÓN DE REVERBERO, FIJO, DE 35 TM., mod. FRF-350, CON QUEMADORES DE LLAMA LARGA, mod. CFL-700.
- HORNO DE FUSIÓN DE REVERBERO, FIJO, DE 35 TM., mod. FRF-350, CON QUEMADORES REGENERATIVOS, mod. CRG-2400.
- CONDICIONES GENERALES DE VENTA.

Sin otro particular y agradeciéndoles de antemano la atención de su amable consulta, quedamos a su disposición para cuantas aclaraciones consideren oportunas.

Atentamente,

**APLICACIONES MECÁNICAS Y
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L.**

p.p.

Carles Avila
cavila@metaamtl.com

• Hornos de calentamiento de lingotes
• Estufas de calentamiento de matrices
• Estufas de maduración de perfiles

• Hornos de fusión y mantenimiento
Fijos - volcables
• Hornos de crisol

• Coladas semicontinuas verticales
• Hornos de homogeneizar
• Hornos para la ritmización de matrices



- HORNOS DE FUSIÓN DE REVERBERO, FIJOS, DE 35 TM, mod. FRF-350.

- 1 Horno de fusión de reverbero, fijo, de 35 Tm., mod. FRF-350, calentado con gas, con aislamiento refractario interior del horno, con armario eléctrico de control y maniobra, independiente, con autómatas, con programador y con pirometría.

Nº código:

- 2 Quemador de llama larga, mod. CFL-700.
Nº código: A33310.
- 1 Central hidráulica, mod. CMPCE-100.
Nº código: A33470.

Importe de este suministro 614.390'00 eur.

CARACTERÍSTICAS:

• **Generales.**

- Material a fundir Aluminio.
- Producción máxima 4375 kg./h.
- Temperatura máxima 940° C
- Ciclo de fusión inicial 8 / 9 horas.
(Dependiendo del tipo de chatarra)
- Ciclo de fusión en régimen de producción 6 / 7 horas.
(Dependiendo del tipo de chatarra)
- Zonas de regulación de temperatura 2 Zonas.
- Potencia eléctrica 35'25 kW.
- Alimentación eléctrica 400 V, 50 Hz.
- Combustible Gas natural / gas propano.
- Presión de alimentación entrada de gas 60 = 90 mbar.

• **Dimensiones.**

- Altura 6'11 mts.
- Longitud 9'32 mts.
- Anchura 7'10 mts.

• **Quemador.**

- Marca META.
- Modelo CFL-700.
- Cantidad 2 Quemadores.
- Tipo Llama larga y mezcla en cabeza.
- Potencia calorífica 2000 te/h. (2325 kW)
(Por quemador)

• **Central hidráulica.**

- Modelo CMPCE-100.
- Presión de trabajo 80 bar. (160 bar)
- Capacidad del depósito 100 lts. (120 lts.)

• **Acabado superficial.**

- Bastidores Pintado con esmalte de poliuretano, color gris, RAL-7035.
- Carcasa y chimenea Pintado con pintura anticorrosiva para alta temperatura, color aluminio.
- Puerta Pintado con pintura anticorrosiva para alta temperatura, color negro.



EXCLUSIONES:

- El transporte y el seguro de los equipos.
(Equipos puestos "free on board" en Puerto de Barcelona)
- Todo trabajo de obra civil, cimentación e implantación.
(Las obras para la eventual instalación de los equipos, serían a su cargo)
- El montaje y la interconexión mecánica y eléctrica de los equipos.
- La acometida del gas, los contadores de gas y su legalización.
- La acometida de las líneas eléctricas generales que alimentan al armario de control, al cuadro de distribución general, los contadores eléctricos y su legalización.
- El almacenamiento de los elementos antes de su montaje y un departamento o local cerrado para el depósito de nuestras herramientas.
(Correrá a cargo del cliente el seguro de robo o riesgo de inutilización de cualquier pieza o herramienta depositada en el citado local)
- Vestuarios para nuestro personal.
- El coste de los servicios de Empresas Colaboradoras de la Administración y/o Laboratorios Oficiales a petición de ustedes, por los Organismos competentes de Industria o la Compañía suministradora de gas.
- El I.V.A., las tasas o impuesto equivalente.
- Cualquier otro elemento o servicio que no esté expresamente especificado en esta oferta.

PLAZO DE ENTREGA:

- 12 Semanas laborables. *(Para un plazo más corto, consúltenos)*
Los plazos, una vez establecidos, se entienden como fecha de comienzo a la recepción de su pedido por escrito y una vez aclarados todos los detalles técnicos y comerciales.



CONDICIONES DE VENTA:

- Manual de instrucción.....: Está incluido en el precio.
- Expediente técnico de construcción y marcado CE: Está incluido en el precio.
La presentación y trámites necesarios en los Servicios Territoriales de Industria o cualquier otro organismo competente, para obtener la autorización para la utilización del equipo y proceder a las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha, no están incluidas, y serían a su cargo.
- Garantía: 2 Años.
Garantizamos por un período de 24 meses, a partir de la expedición en nuestro taller, todas las piezas o elementos que componen nuestro suministro contra todo defecto o vicio de construcción.
APLICACIONES MECÁNICAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L., no se hará responsable de las consecuencias de modificaciones y trabajos efectuados por el cliente o terceras personas, sin su autorización previa y por escrito.
APLICACIONES MECÁNICAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L., como consecuencia de la garantía establecida y que comprende exclusivamente lo indicado en los párrafos anteriores, no aceptará ninguna otra responsabilidad ni reclamaciones por daños o quebrantos, causados directa o indirectamente al comprador.
- Servicio post-venta: Es norma de Meta, ofrecer a nuestros clientes el mejor servicio posible. Por esta razón, disponemos de los medios necesarios para cumplir con nuestros compromisos.
Nuestro servicio técnico post-venta esta a su disposición para sacar la máxima rentabilidad de nuestros equipos y recambios. Disponemos de un equipo de personal altamente cualificado y eficiente para ayudarles a solucionar sus problemas.
- Reserva de dominio.....: El comprador reconoce al vendedor la propiedad de los materiales y trabajos descritos en esta oferta hasta el pago de la totalidad del importe señalado en la misma, según las condiciones de pago establecidas.
- Competencia y Localidad de Juicio: Queda señalado expresamente que el cliente acepta en todas sus partes estas condiciones generales de venta, sometiéndose en caso de incidencia al fuero de los Juzgados y Tribunales de Barcelona.
- Validez de la oferta.....: 3 Meses.
- Ley Orgánica de Protección de Datos: En cumplimiento del art. 12 de la LOPD 15/1999, les informamos de que sus datos están incorporados en ficheros informatizados titularidad de APLICACIONES MECÁNICAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L., que será la única destinataria de dichos datos, y que solamente se utilizarán para informar y comercializar nuestros productos y servicios. Pudiendo ustedes ejercer su derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición por escrito a APLICACIONES MECÁNICAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL S.L. - Apartado de Correos, 56 - 08110 MONTCADA I REIXAC.



Sres. **CVG VENALUM**
Oferta **11/1091** – 20.05.11
Hoja 6 de 6

CONDICIONES DE PAGO:

- 15 % A la firma del contrato.
- 15 % A 30 días de la firma del contrato.
- 70 % Restante, a la entrega del equipo, mediante crédito irrevocable y confirmado a través de una entidad bancaria europea.
(Equipo puesto F.O.B. en el Puerto de Barcelona)

Anexo 2 COTIZACION EMPRESA HORNOS Y METALES S.A.



Las Marineras, 13E-28.864 Ajalvir-Madrid-España
Tº +34918874039 fax. +34918844382
Email: hormesa@hormesa.com
www.hormesa.com

Fecha: 06-06-2011

Oferta 2011 – 16.061 CVG VENTALUM (Venezuela) - número total de Pgs. 14: Incluyendo nuestras Condiciones Comerciales Generales.

HORNO DE REVERBERO DE SOLERA HÚMEDA PARA FUSION Y MANTENIMIENTO DE ALUMINIO.

HOR SS-SH40 (Fijo y Basculante)



CVG VENTALUM

Av. Fuerzas Armadas

Código postal 8050

Puerto Ordaz - Venezuela

Srta. Aura Nohemi Saloma Ibarra

gu_era25@hotmail.com

Srta. Andreina Conde - Ing. De Costos

andreina.conde@ventalum.com.ve

OFERTA N° 16.061 CVG VENTALUM (Venezuela) 1

OBJETO DE LA OFERTA:

Esta oferta incluye las condiciones comerciales para el suministro de los hornos y equipos para una planta de colada de aluminio (barras/lingotes) con capacidad para 80 toneladas diarias (16 horas/día), incluyendo;

- 1 Horno de Fusión de aluminio basculante calentado a gas TAMF-40 con Quemadores Regenerativos con capacidad para 40 toneladas de metal fundido,

OPCIONES

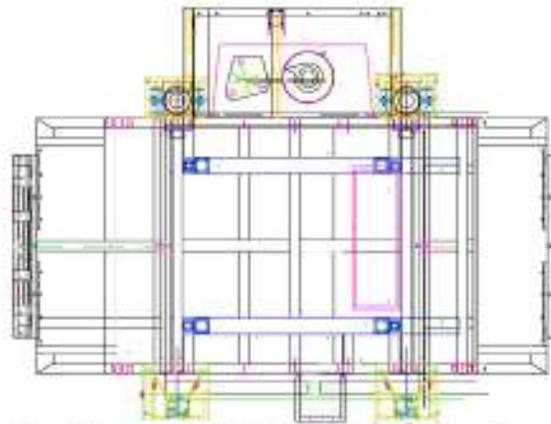
- 1 Unidad de Desgasificado en línea, ALDEGAS-25
- 1 Unidad de filtrado de espuma cerámica, CFF-17
- 1 Agitador electro magnético ABB.
- 1 Bomba electro magnética EMP con pozo vórtice.



CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Control total de temperatura.
- Revestimiento altamente aislante.
- Fáciles accesos para limpieza.

HORMESA DISEÑA CADA UNO DE LOS EQUIPOS AJUSTÁNDOSE A LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.



Ejemplo SH con opción BOMBA. Sujeto a diseño en cada caso.

HORNOS HORMESA DESDE EL FUNDIDOR PARA EL FUNDIDOR

CONTENIDO

1. Descripción del sistema.
 - 1.1. Estructura del horno.
 - 1.2. Revestimiento refractario.
 - 1.3. Equipo hidráulico (Sólo modelos basculantes).
 - 1.4. Equipo de combustión.
 - 1.5. Panel de mando y control.
2. Datos técnicos.
3. Condiciones comerciales.

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.

OFERTA N° 16.061 CVG VENALUM (Venezuela) 3

1.1. ESTRUCTURA DEL HORNO

- ✓ Estructura de chapa
- ✓ Soportes en UPN
- ✓ Refuerzos en UPN
- ✓ Soportes de basculamiento en H o similar

1.2. EQUIPO HIDRÁULICO (Sólo modelos basculantes)

- ✓ Cilindros con juntas especiales anti-calóricas
- ✓ Maniobra por electro válvulas o distribuidor manual
- ✓ Apertura de puertas (Según modelo)
- ✓ Control hidráulico
- ✓ 220 - 450V / 50-60 Hz / Motor 85 (Según cliente)
- ✓ Bomba hidráulica
- ✓ Filtro de alimentación
- ✓ Válvula reductora de presión
- ✓ Manómetro
- ✓ Nivel
- ✓ Grupo de llenado
- ✓ Filtro de aspiración
- ✓ Bomba Manual de emergencia (Opcional)
- ✓ Sistema preparado para líquido ignífugo (Glicol)

1.3. REVESTIMIENTO REFRACTARIO

Cuba de metal	1ª Capa cerámica o similar 2ª Capa de aislante poroso 3ª Capa de seguridad 4ª Capa de trabajo con antiadherente
Pared y bóveda	1ª Capa de cartón cerámico 2ª Capa de aislante poroso 3ª Capa de ladrillo aislante 4ª Capas de hormigón resistente
Bóveda	1ª Capa de fibra cerámica 2ª Capa de aislante poroso 3ª Capa de hormigón ligero
Tobera de quemador	Especial pre-sinterizada.
Solera de zona de carga	Hormigón con agujas de acero,

Puertas:

Hormigón con tres capas:
Aislante + Refractario



NOTA: HORMESA selecciona el proveedor de los materiales de la máxima calidad entre los fabricantes de primer nivel.

OPCIÓN NO OFERTADA de INICIO



OFERTA N° 16.061 CVG VENALUM (Venezuela) 5

1.4. EQUIPO DE COMBUSTION

Regulación

Modulación proporcional

- ✓ Control de llama
- ✓ Encendido
- ✓ Transformador de AT
- ✓ Tren de válvulas NORMAS CE
- ✓ Zona de fusión
- ✓ Ventilador completo con:
- ✓ Presostato
- ✓ Filtro de aire

por electrodo
por electrodo

Termopares

- ✓ Termopar en baño con protección cerámica y termopar/es en bóveda para seguridad.

Seguridad por:

- Falta de combustible = paro del sistema
- Falta de aire = no encendido

Todos los hornos HORMESA llevan control automático de llave y seguridades.

OPCIÓN NO OFERTADA EN EQUIPO BASE

1.5. Opción de Zona de alojamiento de la bomba, con tapa sobre la zona de limpieza

1.6. Ventilador para bomba.



1.7. PANEL DE MANDO Y CONTROL (Modelo General)



Ejemplo Cuadro de Control

Nº 1 panel eléctrico de: Posición, alarma y maniobra

El cuadro contiene un panel para la maniobra con teclado alfa numérico

SISTEMA DE CONTROL

SISTEMA QUE CONTROLA:

- ✓ Encendido automático
- ✓ Control central hidráulico
- ✓ Térmico/contactador/nivel/pulsadores/apertura puerta/horno en posición (Si hubiera)
- ✓ Apertura y cierre de chimenea/térmico/contactador/ (Si hubiera)
- ✓ Quemadores del horno
- ✓ Ventilador/pulsadores

INSTRUMENTOS DE CONTROL DE SEÑALES PARA:

- ✓ Temperatura zona de baño
- ✓ Temperatura zona de bóveda

OFERTA N° 16.061 CVG VENTALUM (Venezuela) 7

ALARMA /ESTADO / de:

- ✓ Temperatura en zona de fusión
- ✓ Temperatura de bóveda
- ✓ Temperatura de seguridad del aluminio al fundir en el horno
- ✓ Máxima temperatura de la solera de fusión en el horno
- ✓ Almacenado de datos de temperatura (Opcional)
- ✓ Temperatura de salida de humos (Según modelo)

* OPCIONAL: Funcionamiento y control completo mediante PLC.

2. DATOS TÉCNICOS.

CAPACIDAD	40 Ton. De capacidad a 735º Densidad. 2,65
COMBUSTIBLE	Gás natural
TIPO DE MATERIAL	Chatarra, lingote...
CORRIENTE ELECTRICA	A definir con cliente
REFERENCIA DE HORNO	SS-SH-40

3. CONDICIONES COMERCIALES.

Precio de los equipos

- 1 Horno de Fusión de Aluminio **BASCULANTE TAMF-40** con capacidad para 40 toneladas de metal fundido (FOB/ ESPAÑA) EURO 1.043.750 €.-
- 2 Horno d fusión de Aluminio **FIJO TAMF-40** con capacidad para 40 toneladas de metal fundido (FOB/ ESPAÑA) EURO 958.740 €.-

OPCIONALES:

- 2.6. Unidad Desgasificadora, ALDEGAS-25 EURO 106.250 €.-
- 2.7. 1 Unidad de Filtrado de espuma cerámica, CFF-17 EURO 36.250 €.-
- 2.14. 1 Agitador electro magnético ABB EURO 531.300 €.-

Nota: Para el sistema agitador proponemos la instalación de un agitador electro magnético de ABB para 2 Hornos de mantenimiento.

- 2.15. 1 bomba electro magnética EMP con pozo vórtice EURO 518.850 €.-
(FOB/ESPAÑA)

Ofrecemos el precio del sistema EMP como elemento opcional. El sistema de EMP con pozo vórtice solo puede aplicarse a un horno, por lo que si quisiera aplicarse el sistema de bombeo a todos los hornos deberá haber 3 sistemas de bomba electro magnética EMP.

3) PAGO

- 3.1. 35 % pronto pago tras la firma del contrato y envío de la factura correspondiente al cliente.
- 3.2. 55 % tras el envío de la mercancía,
- 3.3. 10 % Tras la Prueba de Aceptación Definitiva.

4) ENTREGA

- Todos los equipos de colada en la planta serán enviados en un plazo de 8 meses en base a FOB tras la recepción del pedido y el pago de depósito.
- El período de instalación y puesta en marcha será de 10-12 semanas.
- el programa de fabricación será entregado en el plazo de 4 semanas tras la recepción del pedido.

CONDICIONES DE VENTA STANDARD PARA LOS PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR:

HORNOS Y METALES S.A

1. GENERAL

Todas las ventas realizadas por HORNOS Y METALES S.A., (de ahora en adelante denominada "HORMESA") están sujetas a los siguientes Términos y Condiciones. HORMESA rechaza la inclusión de cualquier otro término o/y condición propuesto por el Comprador al realizar el pedido. Excepto si HORMESA acepta dichas Condiciones distintas y/o adicionales por escrito, la aceptación por parte del Comprador de la entrega de los productos por HORMESA constituirá de manera concluyente la aceptación por parte del Comprador de los Términos y Condiciones Standard de HORMESA.

Las ofertas específicas que muestren las cantidades definitivas para cada pedido están sujetas a la aceptación inmediata.

Ningún pedido será vinculante para HORMESA hasta la aceptación por escrito por HORMESA.

HORMESA se reserva el derecho a corregir errores de transcripción y estenográficos en cualquier momento.

HORMESA declara que en la fabricación de sus productos y el desempeño de sus servicios ha cumplido con todas las disposiciones y reglamentos aplicables.

Ninguna persona, agente, distribuidor o empresa están autorizados a modificar o enmendar estas Condiciones de Venta estándar a menos que haya sido establecido y reconocido específicamente por escrito por un oficial de HORMESA.

2. GARANTÍA

NUEVOS PRODUCTOS

HORMESA garantiza que sus productos están libres de defectos de mano de obra y materiales. HORMESA cumplirá con la garantía mediante la reparación o sustitución de sus productos cuando sea necesario, subsanando cualquier defecto, siempre que se informe de este a HORMESA en el plazo de un año desde la fecha de inicio de la documentación de los productos o quince (15) meses a partir de la fecha de envío, lo que antes acontezca.

(a) esta garantía no es aplicable a productos que hayan sido mal utilizados, alterados, usados indebidamente para la aplicación, mantenidos o reparados incorrectamente u operados de manera distinta a la indicada en las instrucciones de operación de HORMESA.

(b) Solo Para los sistemas de fusión, colada y calentamiento fabricados por HORMESA, esta garantía será nula a menos que los sistemas hayan sido operados por representantes autorizados especificados por HORMESA.

(c) Esta garantía no se aplicable a los componentes consumibles o sujetos a desgaste en el funcionamiento normal, tales como materiales refractarios, fusibles, etc.

(d) El comprador se compromete a pagar los gastos de viaje y de manutención durante los trabajos realizados bajo garantía en el emplazamiento del comprador.

(e) Ningún producto o parte de los productos deberán ser devueltos a HORMESA sin el consentimiento previo de HORMESA, los productos que HORMESA haya autorizado para su devolución se enviarán FOB.

(f) En el caso de que el envío se demore por causas imputables al comprador, el periodo de garantía comienza en la fecha en la que HORMESA está dispuesta para realizar la entrega.

(g) El Comprador deberá notificar por escrito a HORMESA el defecto inmediatamente después de haberse detectado.

PRODUCTOS USADOS

No se ofrece garantía sobre los productos utilizados suministrados por HORMESA a menos que se haya acordado específicamente en el momento de la venta.

ESTA GARANTÍA ES EXCLUSIVA Y PREVALECE EXPRESAMENTE EN LUGAR DE CUALQUIER OTRA GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA.

ESTA GARANTÍA NO ES APLICABLE A PRODUCTOS EXPERIMENTALES O EN DESARROLLO.

HORMESA NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA DE QUE LOS PRODUCTOS VENDIDOS EN VIRTUD DE ESTE CONTRATO SEAN ADECUADOS PARA ALGÚN PROPÓSITO PARTICULAR. HORMESA NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA DE COMERCIALIZACIÓN CON RESPECTO A LOS PRODUCTOS VENDIDOS EN VIRTUD DEL PRESENTE CONTRATO.

3. PIEZAS DE RECAMBIO

Las piezas de recambio para los productos que aún están bajo la garantía original, solo están garantizadas por el período bajo la garantía original.

Las piezas de repuesto nuevas para los productos ya no están bajo la garantía original están garantizados por un período de 90 días a partir de la fecha de envío. Las piezas de recambio usadas no están sujetas a ningún tipo de garantía a menos que se especifique lo contrario por escrito. Todas las piezas se envían desde la fábrica a menos que se especifique lo contrario por escrito. Los plazos son 30 días netos. Los precios son los vigentes en el momento del envío. Todos los precios en el libro de precios HORMESA u otros temas impresos están sujetos a cambios sin previo aviso. Todas las piezas devueltas sin utilizar están sujetas a un recargo mínimo del 25% de re-stockage.

4. LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La Responsabilidad de HORMESA en caso de reclamaciones de cualquier tipo que surjan de este contrato, no excederá en ningún caso el precio de los productos o parte del mismo que da lugar a la reclamación.

EN NINGÚN CASO HORMESA SERÁ RESPONSABLE ANTE EL COMPRADOR POR DAÑOS ESPECIALES, INDIRECTOS O CONSECUENTES.

5. PLAZOS DE ENTREGA

Las fechas de entrega establecidas por HORMESA son aproximadas y se basan en las condiciones existentes en el momento de la estimación y dependen de la prontitud del comprador en suministrar toda la información necesaria a HORMESA. Dicha estimación no es una garantía en cuanto al envío y HORMESA no asume responsabilidad por las demoras que puedan ocurrir.

6. ENTREGA Y RIESGO DE PÉRDIDA

La entrega de los productos aquí mencionados se realizará franco fábrica en el punto de embarque y el Comprador se compromete a pagar todos los gastos de transporte incurridos, incluidos los gastos de carga. El riesgo de pérdida de los productos pasará al comprador tan pronto como los productos estén embalados y listos para su entrega al transportista, independientemente de las condiciones de venta o cualquier otra reserva de los intereses de seguridad. El Comprador deberá adquirir y mantener en beneficio de HORMESA y de sus intereses, un seguro adecuado para los productos frente a posibles daños causados por incendio u otros riesgos o incidentes. El Comprador deberá presentar cualquier reclamación contra dicha empresa de seguros o transportistas.

7. FUERZA MAYOR

HORMESA no será responsable de cualquier demora o falta de entrega de los productos en caso de que la demora o fallo esté ocasionada por conflictos laborales, huelgas, guerras, disturbios, rebelión civil, incendios, inundaciones, accidentes, tormentas o cualquier otra catástrofe natural, incapacidad de obtener los materiales de los proveedores habituales u otras causas fuera del control de HORMESA.

8. PAGO DE LOS PRODUCTOS

Las condiciones de pago se especifican en la cotización de HORMESA y están sujetas a las siguientes condiciones: Si los envíos se retrasan por causas imputables al comprador, los pagos serán exigibles en la fecha en la que HORMESA está dispuesta a realizar el envío. Si dicho pago se demorara, se aplicará un aumento de un dos y medio por ciento (2-1/2%) del saldo total pendiente de pago por cada mes de demora. Si el trabajo a realizar en virtud de este contrato se retrasara por causas imputables al Comprador, los pagos se realizarán en base al precio de compra y el porcentaje de finalización y el Comprador será responsable de cualquier aumento del precio durante ese intervalo. Los productos retenidos para el comprador correrán a su cargo y riesgo.

El comprador no podrá retener los pagos basándose en una reclamación por infracción de la garantía. La no puesta en marcha no es motivo para la retención del pago.

Todos los pedidos están sujetos a la aprobación de crédito y si a juicio de HORMESA, la situación financiera del comprador en cualquier momento no justifica las condiciones estipuladas, HORMESA podrá exigir el pago total o parcial como condición indispensable para iniciar o continuar la fabricación, o como pago de depósito al transportista. La falta de pago por parte del comprador dentro de los diez (10) días a partir del requerimiento de HORMESA constituye una violación del contrato y en tal caso HORMESA tendrá derecho a recibir gastos de cancelación, de conformidad con la Sección 10 del presente documento.

9. GARANTÍA PRENDARIA

HORMESA mantiene una garantía prendaria (es decir, conserva el título) y el derecho de posesión sobre los productos vendidos a continuación bajo este contrato hasta que el precio total (incluidos los pagos diferidos y cualquier notificación o renovación o extensión) haya sido pagado. El Comprador se compromete a emprender todas las acciones necesarias para perfeccionar y mantener dichas garantías prendarias y derechos para con HORMESA.

10. CANCELACIÓN

HORMESA solo aceptará notificaciones de cancelación por escrito del Comprador en base a lo siguiente: -

(a) Cualquier producto que se encuentre dentro de los treinta (30) días naturales de su finalización, deberá ser abonado por el comprador en su totalidad en virtud de estas condiciones de venta estándar.

(b) En el caso de que los materiales se han comprado para los productos en los que la producción no ha comenzado, el comprador podrá cancelar dicha orden de compra mediante el pago de una cantidad equivalente al ciento ochenta por ciento (180%) del coste de dichos materiales adquiridos.

(c) En caso de que se haya iniciado la producción de los productos dentro de los treinta (30) días, el Comprador podrá cancelar la orden de compra mediante el pago de una cantidad equivalente al ciento quince por ciento (115%) de la fracción completada por el precio de venta. Esta cantidad no excederá el noventa por ciento (90%) del precio de venta del equipo.

(d) si dentro de los treinta (30) días de la fecha en la HORMESA notifica al Comprador los gastos de cancelación establecidos anteriormente, el Comprador deberá proporcionar instrucciones por escrito a HORMESA para la disposición de los materiales cancelados. La falta de notificación de dichas instrucciones será evidencia a primera vista de que el Comprador renuncia y cede todos los derechos, títulos e intereses sobre dichos materiales cancelados a HORMESA sin crédito frente a dichos gastos de cancelación, u otras obligaciones por parte de HORMESA para proceder a la disposición de dichos materiales.

11. PRECIOS DE LOS PRODUCTOS

Los precios especificados en las cotizaciones son para el período indicado y, posteriormente, estarán sujetos a cambios sin previo aviso. Todos los precios son franco fábrica netos de impuestos.

12. CAMBIOS EN LOS PRODUCTOS

HORMESA no está obligada a incorporar cambios de productos en las unidades fabricadas o vendidas con anterioridad a la fecha en la que dichos cambios son generalmente incorporados en sus productos.

13. NO RENUNCIA IMPLÍCITA

La no exigencia por parte de HORMESA del cumplimiento por parte del Comprador de cualquier cláusula de este Contrato no afectará en absoluto el derecho a exigir tal cumplimiento en cualquier momento posterior, ni la renuncia de cualquier incumplimiento de las cláusulas de este contrato constituye una renuncia a cualquier incumplimiento posterior de las mismas o de cualquier otra disposición.

HORMESA. Todas las derechos reservados y todas las marcas reconocidas. Este documento es confidencial y su circulación está restringida a los beneficiarios / destinatarios. No se permite almacenar Copias no autorizadas en sistemas electrónicos de recuperación de datos.

Cuando los precios se expresen una divisa distinta al Euro, será necesaria la confirmación de los precios antes de implementar cualquier contrato. HORMESA se reserva el derecho de modificar cualquiera o todas las especificaciones mencionadas, en aras de seguir con nuestra política de mejora continua.

ANEXO 3: TASA DE CAMBIO DIVISAS (EURO-BOLIVAR)

BANCO CENTRAL DE VENEZUELA					
TIPOS DE CAMBIO DE REFERENCIA					
Fecha Operación : 31/03/2011		Fecha Valor : 04/04/2011			
		(*) Cotización Reuters DIV/US\$		Bs./DIV	
Moneda/País		Compra (BID)	Venta (ASK)	Compra (BID)	Venta (ASK)
USD	E.U.A.	1,00000000	1,00000000	4,28930000	4,30000000
ARS	Argentina	4,05400000	4,05500000	1,05778052	1,06068081
BRL	Brasil	1,63190000	1,63340000	2,62599486	2,63496538
BOB	Bolivia	6,96000000	7,06000000	0,60754958	0,61781609
CAD	Canada	0,96930000	0,96960000	4,42378300	4,43619107
COP	Colombia	1.870,50000000	1.872,50000000	0,00229068	0,00229885
CLP	Chile	477,50000000	477,80000000	0,00897719	0,00900524
MXP	Mexico	11,89280000	11,89680000	0,36054233	0,36156330
PEN	Perú	2,80500000	2,80600000	1,52861725	1,53297683
DOP	Republica Dominicana	37,75000000	38,00000000	0,11287632	0,11390728
TTD	Trinidad y Tobago	6,38000000	6,43000000	0,66707621	0,67398119
UYU	Uruguay	19,15000000	19,35000000	0,22166925	0,22454308
ANG	Curazao	1,76000000	1,76000000	2,43710227	2,44318182
CZK	Republica Checa	17,29600000	17,32600000	0,24756435	0,24861240
DKK	Dinamarca	5,26030000	5,26130000	0,81525478	0,81744387
NOK	Noruega	5,52730000	5,53230000	0,77531949	0,77795669
GBP	Reino Unido	1,60430000	1,60450000	6,88132399	6,89935000
SEK	Suecia	6,30920000	6,31370000	0,67936392	0,68154441
CHF	Suiza	0,91840000	0,91860000	4,66938820	4,68205575
KRW	Corea del Sur	1.095,50000000	1.097,50000000	0,00390825	0,00392515
CNY	China	6,54830000	6,54890000	0,65496496	0,65665898
TWD	Taiwan	29,40000000	29,41000000	0,14584495	0,14625850
JPY	Japon	83,14000000	83,15000000	0,05158509	0,05171999
HKD	Hong Kong	7,77820000	7,77900000	0,55139478	0,55282713
AUD	Australia	1,03490000	1,03510000	4,43899657	4,45093000
DEG	D.E.G.	1,58550000	-----	6,80068515	--
EUR	Zona Euro	1,41800000	1,41820000	6,08222740	6,09826000

(*) Las cotizaciones GBP, AUD, DEG y EUR están expresadas en términos de dólar de los EEUU por divisa.
Fuente: Reuters, a excepción del DEG cuya única cotización se toma directamente de la página WEB del FMI (www.imf.org).
Nota:
Tipo de Cambio Bs./US\$ de conformidad con el Convenio Cambiario N° 14, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 39.584, de fecha 30 de Diciembre de 2010.

ANEXO 5: TIEMPOS OPERATIVOS Y TIEMPOS DE FALLA DE EQUIPOS MOVILES DE LA SUPERINTENDENCIA DE DISTRIBUCION Y PREPARACION DEL METAL.

EQUIPOS MOVILES								
N° 619			N° 617			N° 639		
Fecha	TO	TF	Fecha	TO	TF	Fecha	TO	TF
14/05/2010		24	14/05/2010	16	8	14/05/2010	8	16
15/05/2010		24	15/05/2010		24	15/05/2010		24
16/05/2010		24	16/05/2010		24	16/05/2010		24
17/05/2010		24	17/05/2010		24	17/05/2010	8	16
18/05/2010		24	18/05/2010	16	8	18/05/2010	8	16
19/05/2010		24	19/05/2010			19/05/2010		24
20/05/2010		24	20/05/2010			20/05/2010	8	16
21/05/2010		24	21/05/2010	64	8	21/05/2010		24
22/05/2010		24	22/05/2010			22/05/2010	8	16
23/05/2010		24	23/05/2010	24	24	23/05/2010		
24/05/2010		24	24/05/2010		24	24/05/2010		
25/05/2010		24	25/05/2010		24	25/05/2010	64	8
26/05/2010		24	26/05/2010			26/05/2010		24
27/05/2010		24	27/05/2010			27/05/2010		24
28/05/2010		24	28/05/2010			28/05/2010	16	8
29/05/2010		24	29/05/2010			29/05/2010	8	16
30/05/2010		24	30/05/2010			30/05/2010		
31/05/2010		24	31/05/2010			31/05/2010	32	16
01/06/2010		24	01/06/2010	160	8	01/06/2010		
02/06/2010		24	02/06/2010	8	16	02/06/2010	40	8
03/06/2010		24	03/06/2010	16	8	03/06/2010		
04/06/2010		24	04/06/2010		24	04/06/2010		
05/06/2010		24	05/06/2010		24	05/06/2010		
06/06/2010		24	06/06/2010		24	06/06/2010		
07/06/2010		24	07/06/2010		24	07/06/2010		
08/06/2010		24	08/06/2010		24	08/06/2010		
09/06/2010		24	09/06/2010	8	16	09/06/2010		
10/06/2010		24	10/06/2010			10/06/2010	168	24
11/06/2010		24	11/06/2010			11/06/2010		24
12/06/2010		24	12/06/2010	64	8	12/06/2010		24
13/06/2010		24	13/06/2010			13/06/2010		24
14/06/2010		24	14/06/2010	40	8	14/06/2010	16	8

15/06/2010		24	15/06/2010	8	16	15/06/2010		
16/06/2010		24	16/06/2010		24	16/06/2010	40	8
17/06/2010		24	17/06/2010		24	17/06/2010		
18/06/2010	16	8	18/06/2010		24	18/06/2010		
19/06/2010	16	8	19/06/2010		24	19/06/2010		
20/06/2010			20/06/2010		24	20/06/2010		
21/06/2010	32	16	21/06/2010		24	21/06/2010		
22/06/2010	16	8	22/06/2010		24	22/06/2010	128	16
23/06/2010			23/06/2010	8	16	23/06/2010		24
24/06/2010			24/06/2010			24/06/2010		24
25/06/2010			25/06/2010	40	8	25/06/2010		
26/06/2010			26/06/2010	16	8	26/06/2010		
27/06/2010			27/06/2010	8	16	27/06/2010		
28/06/2010			28/06/2010		24	28/06/2010		
29/06/2010			29/06/2010	8	16	29/06/2010	104	16
30/06/2010	176	16	30/06/2010			30/06/2010	8	16
01/07/2010		24	01/07/2010	40	8	01/07/2010		
02/07/2010			02/07/2010	16	8	02/07/2010	32	16
03/07/2010			03/07/2010	16	8	03/07/2010		24
04/07/2010			04/07/2010			04/07/2010		24
05/07/2010			05/07/2010			05/07/2010		24
06/07/2010			06/07/2010			06/07/2010		24
07/07/2010	128	16	07/07/2010	88	8	07/07/2010		24
08/07/2010			08/07/2010	16	8	08/07/2010		24
09/07/2010			09/07/2010			09/07/2010		24
10/07/2010			10/07/2010	40	8	10/07/2010		24
11/07/2010	88	8	11/07/2010			11/07/2010		24
12/07/2010			12/07/2010	40	8	12/07/2010		24
13/07/2010	40	8	13/07/2010			13/07/2010	8	16
14/07/2010	8	16	14/07/2010	24	24	14/07/2010		
15/07/2010	16	8	15/07/2010	8	16	15/07/2010		
16/07/2010			16/07/2010		24	16/07/2010	64	8
17/07/2010			17/07/2010	16	8	17/07/2010		
18/07/2010	64	8	18/07/2010			18/07/2010	40	8
19/07/2010		24	19/07/2010			19/07/2010		24
20/07/2010			20/07/2010	56	16	20/07/2010	16	8
21/07/2010			21/07/2010	16	8	21/07/2010	8	16
22/07/2010	64	8	22/07/2010	16	8	22/07/2010		24
23/07/2010			23/07/2010			23/07/2010		24

24/07/2010			24/07/2010	40	8	24/07/2010		24
25/07/2010			25/07/2010	16	8	25/07/2010		24
26/07/2010			26/07/2010			26/07/2010		24
27/07/2010			27/07/2010	32	16	27/07/2010		24
28/07/2010			28/07/2010	8	16	28/07/2010		24
29/07/2010	160	8	29/07/2010	16	8	29/07/2010		24
30/07/2010	16	8	30/07/2010	8	16	30/07/2010	8	16
31/07/2010			31/07/2010		24	31/07/2010		24
01/08/2010			01/08/2010		24	01/08/2010		24
02/08/2010			02/08/2010		24	02/08/2010		24
03/08/2010			03/08/2010			03/08/2010		24
04/08/2010			04/08/2010			04/08/2010		24
05/08/2010			05/08/2010			05/08/2010		24
06/08/2010			06/08/2010			06/08/2010		24
07/08/2010			07/08/2010			07/08/2010		24
08/08/2010			08/08/2010			08/08/2010		24
09/08/2010	224	16	09/08/2010	160	8	09/08/2010		24
10/08/2010		24	10/08/2010			10/08/2010		24
11/08/2010	8	16	11/08/2010	40	8	11/08/2010		24
12/08/2010			12/08/2010			12/08/2010		24
13/08/2010			13/08/2010	40	8	13/08/2010	16	8
14/08/2010			14/08/2010		24	14/08/2010	16	8
15/08/2010			15/08/2010		24	15/08/2010		
16/08/2010			16/08/2010		24	16/08/2010	40	8
17/08/2010	136	8	17/08/2010	16	8	17/08/2010	8	16
18/08/2010			18/08/2010			18/08/2010		24
19/08/2010			19/08/2010			19/08/2010		24
20/08/2010			20/08/2010			20/08/2010		24
21/08/2010			21/08/2010			21/08/2010		24
22/08/2010			22/08/2010			22/08/2010		24
23/08/2010			23/08/2010			23/08/2010		24
24/08/2010			24/08/2010			24/08/2010		24
25/08/2010			25/08/2010			25/08/2010		24
26/08/2010			26/08/2010			26/08/2010		24
27/08/2010			27/08/2010			27/08/2010		24
28/08/2010			28/08/2010			28/08/2010		24
29/08/2010			29/08/2010			29/08/2010		
30/08/2010			30/08/2010			30/08/2010	24	24
31/08/2010			31/08/2010			31/08/2010		24

01/09/2010			01/09/2010	352	8	01/09/2010		24
02/09/2010			02/09/2010			02/09/2010		24
03/09/2010			03/09/2010	32	16	03/09/2010	16	8
04/09/2010			04/09/2010		24	04/09/2010		
05/09/2010			05/09/2010		24	05/09/2010		
06/09/2010			06/09/2010		24	06/09/2010		
07/09/2010	496	8	07/09/2010		24	07/09/2010		
08/09/2010			08/09/2010	16	8	08/09/2010	104	16
09/09/2010	40	8	09/09/2010			09/09/2010		24
10/09/2010	8	16	10/09/2010	40	8	10/09/2010	8	16
11/09/2010			11/09/2010			11/09/2010	8	16
12/09/2010	40	8	12/09/2010	40	8	12/09/2010	8	16
13/09/2010	8	16	13/09/2010			13/09/2010	8	16
14/09/2010			14/09/2010	40	8	14/09/2010		24
15/09/2010			15/09/2010			15/09/2010		24
16/09/2010	64	8	16/09/2010	32	16	16/09/2010	8	16
17/09/2010		24	17/09/2010		24	17/09/2010		24
18/09/2010	8	16	18/09/2010	8	16	18/09/2010		24
19/09/2010	16	8	19/09/2010			19/09/2010		24
20/09/2010	8	16	20/09/2010	40	8	20/09/2010		24
21/09/2010		24	21/09/2010	16	8	21/09/2010		24
22/09/2010	8	16	22/09/2010	16	8	22/09/2010		24
23/09/2010			23/09/2010	16	8	23/09/2010		24
24/09/2010	40	8	24/09/2010	16	8	24/09/2010		24
25/09/2010			25/09/2010			25/09/2010		24
26/09/2010			26/09/2010	24	24	26/09/2010	8	16
27/09/2010	64	8	27/09/2010		24	27/09/2010		24
28/09/2010			28/09/2010		24	28/09/2010		24
29/09/2010	40	8	29/09/2010	16	8	29/09/2010		24
30/09/2010		24	30/09/2010		24	30/09/2010		
01/10/2010		24	01/10/2010		24	01/10/2010		
02/10/2010		24	02/10/2010		24	02/10/2010		
03/10/2010		24	03/10/2010		24	03/10/2010		
04/10/2010		24	04/10/2010		24	04/10/2010		
05/10/2010		24	05/10/2010		24	05/10/2010		
06/10/2010		24	06/10/2010		24	06/10/2010		
07/10/2010		24	07/10/2010		24	07/10/2010		
08/10/2010		24	08/10/2010		24	08/10/2010		
09/10/2010		24	09/10/2010		24	09/10/2010		

10/10/2010	16	8	10/10/2010		24	10/10/2010	248	16
11/10/2010			11/10/2010		24	11/10/2010		24
12/10/2010			12/10/2010		24	12/10/2010		24
13/10/2010	64	8	13/10/2010		24	13/10/2010	16	8
14/10/2010			14/10/2010		24	14/10/2010		
15/10/2010			15/10/2010		24	15/10/2010		
16/10/2010			16/10/2010		24	16/10/2010		
17/10/2010			17/10/2010		24	17/10/2010		
18/10/2010	104	16	18/10/2010			18/10/2010	112	8
19/10/2010	8	16	19/10/2010			19/10/2010	16	8
20/10/2010		24	20/10/2010			20/10/2010		
21/10/2010		24	21/10/2010			21/10/2010		
22/10/2010		24	22/10/2010			22/10/2010		
23/10/2010		24	23/10/2010			23/10/2010		
24/10/2010		24	24/10/2010			24/10/2010		
25/10/2010		24	25/10/2010			25/10/2010		
26/10/2010		24	26/10/2010			26/10/2010		
27/10/2010		24	27/10/2010	216	24	27/10/2010		
28/10/2010			28/10/2010		24	28/10/2010		
29/10/2010			29/10/2010		24	29/10/2010		
30/10/2010	48	24	30/10/2010		24	30/10/2010		
31/10/2010		24	31/10/2010		24	31/10/2010	264	24
01/11/2010		24	01/11/2010		24	01/11/2010		
02/11/2010		24	02/11/2010		24	02/11/2010		
03/11/2010		24	03/11/2010		24	03/11/2010		
04/11/2010		24	04/11/2010		24	04/11/2010	88	8
05/11/2010		24	05/11/2010	8	16	05/11/2010		24
06/11/2010		24	06/11/2010		24	06/11/2010		24
07/11/2010		24	07/11/2010		24	07/11/2010		24
08/11/2010		24	08/11/2010	8	16	08/11/2010		24
09/11/2010	8	16	09/11/2010		24	09/11/2010	16	8
10/11/2010		24	10/11/2010		24	10/11/2010		
11/11/2010		24	11/11/2010		24	11/11/2010		
12/11/2010		24	12/11/2010		24	12/11/2010		
13/11/2010		24	13/11/2010		24	13/11/2010	88	8
14/11/2010		24	14/11/2010		24	14/11/2010	16	8
15/11/2010		24	15/11/2010		24	15/11/2010		24
16/11/2010		24	16/11/2010	8	16	16/11/2010	8	16
17/11/2010		24	17/11/2010		24	17/11/2010	16	8

18/11/2010		24	18/11/2010		24	18/11/2010	16	8
19/11/2010		24	19/11/2010		24	19/11/2010		
20/11/2010		24	20/11/2010		24	20/11/2010		
21/11/2010		24	21/11/2010		24	21/11/2010		
22/11/2010		24	22/11/2010		24	22/11/2010		
23/11/2010		24	23/11/2010		24	23/11/2010		
24/11/2010		24	24/11/2010		24	24/11/2010		
25/11/2010		24	25/11/2010		24	25/11/2010		
26/11/2010		24	26/11/2010		24	26/11/2010		
27/11/2010		24	27/11/2010		24	27/11/2010		
28/11/2010		24	28/11/2010		24	28/11/2010		
29/11/2010		24	29/11/2010		24	29/11/2010		
30/11/2010		24	30/11/2010		24	30/11/2010		
01/12/2010		24	01/12/2010		24	01/12/2010		
02/12/2010		24	02/12/2010		24	02/12/2010		
03/12/2010		24	03/12/2010		24	03/12/2010		
04/12/2010		24	04/12/2010		24	04/12/2010		
05/12/2010		24	05/12/2010		24	05/12/2010		
06/12/2010		24	06/12/2010		24	06/12/2010		
07/12/2010		24	07/12/2010		24	07/12/2010		
08/12/2010		24	08/12/2010		24	08/12/2010		
09/12/2010		24	09/12/2010		24	09/12/2010		
10/12/2010		24	10/12/2010		24	10/12/2010		
11/12/2010		24	11/12/2010		24	11/12/2010		
12/12/2010		24	12/12/2010		24	12/12/2010		
13/12/2010		24	13/12/2010		24	13/12/2010		
14/12/2010		24	14/12/2010		24	14/12/2010		
15/12/2010		24	15/12/2010		24	15/12/2010		
16/12/2010		24	16/12/2010		24	16/12/2010		
17/12/2010		24	17/12/2010		24	17/12/2010		
18/12/2010		24	18/12/2010		24	18/12/2010		
19/12/2010		24	19/12/2010		24	19/12/2010		
20/12/2010		24	20/12/2010		24	20/12/2010		
21/12/2010		24	21/12/2010		24	21/12/2010		
22/12/2010		24	22/12/2010		24	22/12/2010		
23/12/2010		24	23/12/2010		24	23/12/2010		
24/12/2010		24	24/12/2010		24	24/12/2010		
25/12/2010		24	25/12/2010		24	25/12/2010		
26/12/2010		24	26/12/2010		24	26/12/2010		

27/12/2010		24	27/12/2010		24	27/12/2010		
28/12/2010		24	28/12/2010		24	28/12/2010		
29/12/2010		24	29/12/2010		24	29/12/2010		
30/12/2010		24	30/12/2010		24	30/12/2010		
31/12/2010		24	31/12/2010		24	31/12/2010	1032	

Donde:

TO= tiempo operativo registrado antes del evento reportado

TFS= tiempo fuera de servicio

Información suministrada por la Superintendencia de Distribución y Preparación del Metal. Mayo 2011.

Anexo 6: Disponibilidad de Equipos móviles calculada con el Programa Estadística de Fallas, rel-mant-version 2001.

Equipo móvil N° 619

Disponibilidad

Tiempos Promedios Generales del Acti

TPO	63,778	• Tiempo Promedio Operativo
TPFS	90,889	• Tiempo Promedio Fuera de Servicio
TPEF	154,667	• Tiempo promedio Entre fallas
TTO	2296,000	• Tiempo total Operativo
TTFS	3272,000	• Tiempo total fuera de servicio
TPO prob.	53,325	} Dist. Weibull
TPFS prob.	22,059	

Nivel de Disponibilidad del Acti

A **41,24%**

Para el Período de Evaluación:

Desde **14/05/10** Hasta **31/12/10**

Disponibilidad probable según Distribución Estadística

A prob. **70,74%**

Equipo móvil N°617

Disponibilidad

Tiempos Promedios Generales del Activo

TPO	38,207	Tiempo Promedio Operativo
TPFS	57,793	Tiempo Promedio Fuera de Servicio
TPEF	96,000	Tiempo promedio Entre fallas
TTO	2216,000	Tiempo total Operativo
TTFS	3352,000	Tiempo total fuera de servicio
TPO prob.	31,780	Dist. Weibull
TPFS prob.	20,628	

Nivel de Disponibilidad del Activo

A **39,80%**

Para el Periodo de Evaluación:

Desde **14/05/10** Hasta **31/12/10**

Disponibilidad probable según Distribución Estadística

A prob. **60,64%**

Equipo móvil N°639

Disponibilidad

Tiempos Promedios Generales del Actv.

TPO	62,204	Tiempo Promedio Operativo
TPFS	51,429	Tiempo Promedio Fuera de Servicio
TPEF	113,633	Tiempo promedio Entre fallas
TTO	3048,000	Tiempo total Operativo
TIFS	2520,000	Tiempo total fuera de servicio
TPO prob.	38,408	
TPFS prob.	20,530	

Nivel de Disponibilidad del Actv

A **54,74%**

Para el Período de Evaluación:

14/05/10 Desde **31/12/10** Hasta

Disponibilidad probable según Distribución Estadística

A prob. **65,17%**

ANEXO 7: TABLA DE FACTORES DE INTERES COMPUESTO

12%		TABLA 17 Flujo de efectivo discreto: Factores de interés compuesto						12%	
n	Pagos únicos		Pagos de serie uniforme				Gradientes aritméticos		
	Cantidad compuesta F/P	Valor presente P/F	Factor de amortización A/F	Cantidad compuesta F/A	Recuperación de capital A/P	Valor presente P/A	Gradiente de valor presente P/G	Gradiente de serie anual A/G	
1	1.1200	0.8929	1.00000	1.0000	1.12000	0.8929			
2	1.2544	0.7972	0.47170	2.1200	0.59170	1.6901	0.7972	0.4717	
3	1.4049	0.7118	0.29635	3.3744	0.41635	2.4018	2.2208	0.9246	
4	1.5735	0.6355	0.20923	4.7793	0.32923	3.0373	4.1273	1.3589	
5	1.7623	0.5674	0.15741	6.3528	0.27741	3.6048	6.3970	1.7746	
6	1.9738	0.5066	0.12323	8.1152	0.24323	4.1114	8.9302	2.1720	
7	2.2107	0.4523	0.09912	10.0890	0.21912	4.5638	11.6443	2.5512	
8	2.4760	0.4039	0.08130	12.2997	0.20130	4.9676	14.4714	2.9131	
9	2.7731	0.3606	0.06768	14.7757	0.18768	5.3282	17.3563	3.2574	
10	3.1058	0.3220	0.05698	17.5487	0.17698	5.6502	20.2541	3.5847	
11	3.4785	0.2875	0.04842	20.6546	0.16842	5.9377	23.1288	3.8953	
12	3.8960	0.2567	0.04144	24.1331	0.16144	6.1944	25.9523	4.1897	
13	4.3635	0.2292	0.03568	28.0291	0.15568	6.4235	28.7024	4.4683	
14	4.8871	0.2046	0.03087	32.3926	0.15087	6.6282	31.3624	4.7317	
15	5.4736	0.1827	0.02682	37.2797	0.14682	6.8109	33.9202	4.9803	
16	6.1304	0.1631	0.02339	42.7533	0.14339	6.9740	36.3670	5.2147	
17	6.8660	0.1456	0.02046	48.8837	0.14046	7.1196	38.6973	5.4353	
18	7.6900	0.1300	0.01794	55.7497	0.13794	7.2497	40.9080	5.6427	
19	8.6128	0.1161	0.01576	63.4397	0.13576	7.3658	42.9979	5.8375	
20	9.6463	0.1037	0.01388	72.0524	0.13388	7.4694	44.9676	6.0202	
21	10.8038	0.0926	0.01224	81.6987	0.13224	7.5620	46.8188	6.1913	
22	12.1003	0.0826	0.01081	92.5026	0.13081	7.6446	48.5543	6.3514	
23	13.5523	0.0738	0.00956	104.6029	0.12956	7.7184	50.1776	6.5010	
24	15.1786	0.0659	0.00846	118.1552	0.12846	7.7843	51.6929	6.6406	
25	17.0001	0.0588	0.00750	133.3329	0.12750	7.8431	53.1046	6.7708	
26	19.0401	0.0525	0.00665	150.3339	0.12665	7.8957	54.4177	6.8921	
27	21.3249	0.0469	0.00590	169.3740	0.12590	7.9426	55.6369	7.0049	
28	23.8839	0.0419	0.00524	190.6989	0.12524	7.9844	56.7674	7.1098	
29	26.7499	0.0374	0.00466	214.5828	0.12466	8.0218	57.8141	7.2071	
30	29.9599	0.0334	0.00414	241.3327	0.12414	8.0552	58.7821	7.2974	
31	33.5551	0.0298	0.00369	271.2926	0.12369	8.0850	59.6761	7.3811	
32	37.5817	0.0266	0.00328	304.8477	0.12328	8.1116	60.5010	7.4586	
33	42.0915	0.0238	0.00292	342.4294	0.12292	8.1354	61.2612	7.5302	
34	47.1425	0.0212	0.00260	384.5210	0.12260	8.1566	61.9612	7.5965	
35	52.7996	0.0189	0.00232	431.6635	0.12232	8.1753	62.6052	7.6577	
40	93.0510	0.0107	0.00130	767.0914	0.12130	8.2438	65.1159	7.8988	
45	163.9876	0.0061	0.00074	1358.23	0.12074	8.2825	66.7342	8.0572	
50	289.0022	0.0035	0.00042	2400.02	0.12042	8.3045	67.7624	8.1597	
55	509.3206	0.0020	0.00024	4236.01	0.12024	8.3170	68.4082	8.2251	
60	897.5969	0.0011	0.00013	7471.64	0.12013	8.3240	68.8100	8.2664	
65	1581.87	0.0006	0.00008	13174	0.12008	8.3281	69.0581	8.2922	
70	2787.80	0.0004	0.00004	23223	0.12004	8.3303	69.2103	8.3082	
75	4913.06	0.0002	0.00002	40934	0.12002	8.3316	69.3031	8.3181	
80	8658.48	0.0001	0.00001	72146	0.12001	8.3324	69.3594	8.3241	