



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN
LA PLANTA CEDAL”**

Proyecto de Titulación Presentado previo a la obtención de Título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

PICHOGAGÓN PULAMARÍN CRISTIAN DAVID

TUTOR:

ING. MSC. HERNÁN BLADIMIRO NAVAS OLMEDO

LATACUNGA - ECUADOR

FEBRERO 2019



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **PICHOGAGÓN PULAMARÍN CRISTIAN DAVID** con cedula de ciudadanía **172103230-6** claro ser el autor del presente proyecto de investigación: **ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL** siendo Ing. Msc. Hernán Bladimiro Navas Olmedo tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica De Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

PICHOGAGÓN PULAMARÍN CRISTIAN DAVID

CI: 172103230-6



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL”, de Pichogagón Pulamarín Cristian David, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero, 2019



Ing. Msc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo
C.I. 050069554-9



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

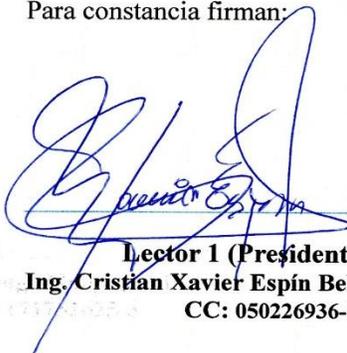
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, el postulante: **PICHOGAGÓN PULAMARÍN CRISTIAN DAVID** con el título de Proyecto de titulación: **“ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2019

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Ing. Cristian Xavier Espín Beltrán
CC: 050226936-8



Lector 2
Ing. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín
CC: 171752625-3



Lector 3
Ing. Josue Jonnatan Constante Armas
CC: 0502034564



ALUMINIO
GARANTIZADO

DEPARTAMENTO DE FUNDICION
(593)32-805117 ext.: 5133
sfundicion@corpesa.com

CARTA AVAL

De mi consideración:

Yo, Bladimiro Hernán Navas Olmedo con número de ciudadanía N° 050069554-9, Jefe del Departamento de Fundición de la **CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.** Certifico: que el señor Pichogagón Pulamarín Cristian David con número de cédula N° 172103230-6, realizó las actividades de investigación del proyecto denominado: “ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL”. El trabajo de investigación final fue entregado a mi persona.

Atentamente;

Ing. Msc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FUNDICIÓN CEDAL S.A.
C.I. 050069554-9

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme ingresar a ella y conseguir las metas anheladas.

Un agradecimiento especial al Ing. Hernán Navas que brindo sus conocimientos para la culminación de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes siempre estuvieron para mí en todo momento y de quienes aprendí los valores y el esfuerzo para alcanzar mis metas.

A mi hermano que estuvo siempre presente, junto con su esposa Verónica alentándome, apoyándome y pendiente de todo lo que realizaba en todo momento.

A mi sobrino que me lleno de alegría, en muchas ocasiones.

Y por último a mis amigos, quienes me ayudaron y estuvieron presentes siendo parte fundamental de mi vida estudiantil, laboral y en la vida cotidiana.

David P.

INDICE GENERAL

DECLARACION DE AUTORÍA.....	ii
AVAL TUTOR.....	iii
APROBACION DE TRIBUNAL.....	iv
AVAL EMPRESA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
AVAL DE TRADUCCION.....	xv
INFORMACIÓN GENERAL.....	1
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	3
OBJETIVOS:.....	4
FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
Proceso de Fundición del Aluminio.....	6
Concepto.....	6
Tipos de Fundiciones.....	6
Fundición por presión.....	7
Fundición con molde permanente por gravedad.....	9
Fundición por colada continúa.....	9
Descripción del Proceso de Fundición por colada continua horizontal.....	9
Costos de producción.....	11
Materiales, Desperdicios y Cálculo de la materia prima.....	13
Mano de Obra y Cálculo de la mano de obra directa e indirecta.....	16
HIPÓTESIS.....	21
METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
Descripción del proceso de Fundición.....	22
Equipos Principales	24
Materia prima	26
Elementos de aleación e insumos principales.....	26
Personal que labora en el área de fundición	33
Análisis de la materia prima que ingresa al horno de fundición	43
Defectos que se presentan en los billets	44
Análisis del Costo de Adquisición de chatarra de aluminio.....	46
Determinación del precio del aluminio	47
Análisis del Costo en insumos.....	51
Análisis del Costo del lingote rechazado y de reproceso	52
Carga fabril.....	53
Costo por billets rechazados.....	54
Costo por billets por reproceso.....	54
Producción bruta, neta y costo de billets de rechazo.....	55
Situación Actual de la mano de obra	57
Costo de la mano de obra en el área de fundición	65
Costos adicionales de la mano de obra.....	66
Análisis de las horas extras en el área de fundición	67
Propuesta de contratación de un nuevo grupo de trabajo.	69
Análisis de horas extras del nuevo personal	70
Comparación de la situación actual con la propuesta realizada	72
Análisis de costos de materia prima con la integración del cuarto grupo de trabajo.	73
Comprobación de la Hipótesis.....	75
IMPACTOS	76
Impacto Social	76
Económico	76
PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de fundición cámara caliente.....	8
Figura 2: Proceso de inyección en cámara fría.....	8
Figura 3: Fundición por colada continua.....	9
Figura 4: Elementos de un producto.....	12
Figura 5: Diagrama de Flujo del proceso de Fundición.....	23
Figura 6. Partes principales del proceso de fundición de Cedal S.A.....	24
Figura 7: Equipo completo para Proceso de Colada Continua Horizontal.....	25
Figura 8 Aleaciones del Aluminio - Magnesio - Silicio.....	27
Figura 9: Paquete de chatarra de aluminio.....	28
Figura 10: Montacargas.....	28
Figura 11: Bandeja de Fundición.....	29
Figura 12: a) Horno de fundición b) Chimenea del horno de fundición.....	30
Figura 13: Cámara de desgasificación.....	30
Figura 14: Tundish.....	31
Figura 15: Sierra de Corte de billets.....	31
Figura 16: Proceso de Homogeneización.....	32
Figura 17: Organigrama del Área de Fundición.....	33
Figura 18: Elementos que intervienen en la fundición del aluminio.....	43
Figura 19: Consumo de Aluminio.....	44
Figura 20: Porosidad en piezas de aluminio.....	45
Figura 21: Defectos en billets.....	46
Figura 22: Componentes permitidos.....	51
Figura 23: Diferencias entre rechazo y reproceso.....	53
Figura 24: Distribución de grupos.....	71
Figura 25: Comparación de los dos escenarios estudiados.....	73

INDICE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Actividades y Resultados esperados	5
Tabla 2: Cálculo de Materia Prima.....	15
Tabla 3: Detalle del cargo de jefe de fundición.....	34
Tabla 4: Detalle del cargo de asistente de fundición	35
Tabla 5: Detalle del cargo de jefe de turno.....	36
Tabla 6: Detalle del cargo de Especialista.....	37
Tabla 7: Detalle del cargo de Operador I de Fundición	38
Tabla 8: Detalle del cargo de Operador II de Fundición	39
Tabla 9: Detalle del cargo de Operador III de Fundición.....	40
Tabla 10: Detalle del cargo de Pasante.....	41
Tabla 11: Cantidades de los componentes ingresados al horno	43
Tabla 12: Proveedores de chatarra.....	46
Tabla 13: Consumo de Chatarra	47
Tabla 14: Coste del Aluminio (LME).....	48
Tabla 15: Valores promedios del LME	49
Tabla 16: Costo del aluminio de importación	50
Tabla 17: Costo del aluminio en planta Cedal S.A.....	50
Tabla 18: Costo de la chatarra nacional.....	51
Tabla 19: Materiales no de receta.....	52
Tabla 20: Elementos de la carga fabril	54
Tabla 21: Costo de billets rechazados	54
Tabla 22: Costo de billets de reproceso.....	55
Tabla 23: Producción de billets en la planta Cedal S.A.	55
Tabla 24: Costo de Billets por reproceso y rechazo	56
Tabla 25: Valores actuales de billets rechazados	56
Tabla 26: Costo de la mano de Obras.....	65
Tabla 27: Aportación al IEISS.....	66
Tabla 28: Costos Adicionales.....	67
Tabla 29: Costo Parcial por concepto de Mano de Obra.....	67
Tabla 30: Costo de Horas extras y recargos nocturnos	68
Tabla 31: Costo Total de Mano de Obra	68
Tabla 32: Sueldos del nuevo personal	69
Tabla 33: Costos adicionales aplicado al nuevo personal	70
Tabla 34: Costo parcial de mano de obra para el nuevo personal	70
Tabla 35: Costo de horas extras y de cargos nocturnos.....	71
Tabla 36: Costo Total de Mano de Obra con nuevo personal	72
Tabla 37: Comparación de los vales actuales con los valores propuestos.....	72
Tabla 38: Situación actual vs Situación Propuesta (Producción)	73
Tabla 39: Costo de los rechazos actuales y propuestos	74
Tabla 40: Costo de producción.....	74
Tabla 41: Diferencia de trabajar con 3 y 4 grupos de trabajo.....	75
Tabla 42: Presupuesto del Proyecto.....	76

INDICE ECUACIONES

Ecuación 1: Costo de producción	12
Ecuación 2: Costo de Materia prima	15
Ecuación 3: Sueldo diario.....	19
Ecuación 4: Costo hora hombre.....	19
Ecuación 5: Costo Hora-Hombre Resumida	19
Ecuación 6: Valor hora extra al 25% o recargo por jornada nocturna	19
Ecuación 7: Valor hora extra al 50%	19
Ecuación 8: Valor hora extra al 100%	19
Ecuación 9: Valor hora suplementaria al 50% y al 100%	20
Ecuación 10: Costo de la hora suplementaria.....	20

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
TEMA: “ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL”

Autor: Pichogagón Pulamarín Cristian David

RESUMEN

El presente trabajo se lo realiza con el objetivo de obtener, un análisis para reducir los costos de producción, que tiene la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL S.A en su área de fundición, debido a un incremento que se ha producido por concepto de la mano de obra, y de la materia prima utilizada en el proceso de fundición. Para aquello se tomado como objetivos el conocer los procesos involucrados que se realizan en el área de fundición de la empresa CEDAL, así como también de los costos de las mismas para luego plantear una estrategia que permitan ir reduciendo los rubros antes mencionados en dichos procesos. Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos el proyecto se enmarcará en el diagnóstico y análisis de datos que serán obtenidos mediante la observación y la recopilación de datos primarios brindados tanto por la empresa, como los obtenidos mediante elaboración propia. A su vez se usarán datos de información secundaria recopilada en fuentes bibliográficas acordes a proyectos similares. Los datos encontrados van a ser previamente analizados y tabulados, permitiendo hacer uso de gráficos e indicadores visuales de los problemas detectados en esa área. Los cálculos de la estrategia para la reducción de costos por conceptos de mano de obra, van ir ligados con las normas vigentes en el código de trabajo y previamente comparados con el fin de que la empresa tome las medidas adecuadas para la implementación o no, de esta estrategia planteada. La importancia de realizar este análisis radica en los aspectos sociales debido a que, entra en juego el factor humano en este caso la mano de obra presente en los trabajadores del área de fundición de la empresa CEDAL. Y en la parte económica que busca un mejor manejo de estos rubros que son esenciales para obtener un flujo de caja o efectivo, proporcionando una utilidad adecuada tanto a la empresa como a los trabajadores.

Palabras Claves: Reducción, Costos, Producción.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
TOPIC: "ANALYSIS OF PRODUCTION COST REDUCTION IN THE CEDAL ENTERPRISE"

Author: Pichogagón Pulamarín Cristian David

ABSTRACT

This work is carried out with the objective of obtaining, an analysis to reduce the costs of production, that has the Ecuadorian Corporation of Aluminum CEDAL S. A in its melting area, due to an increase that has been produced by the concept of the Labor, and of the raw material used in the melting process. For that, it was taken as objectives to know the processes involved that are carried out in the melting area of the CEDAL Company, as well as costs of them to then raise a strategy enabling to reduce the items mentioned above in these processes. In order to comply with the proposed objectives, the project will be enclosed in the diagnosis and analysis of data that will be obtained by means of the observation and the collection of primary data provided by the company, as well as those obtained by own elaboration. After that, data was collected by bibliographic sources according to similar projects will be used. The data found are going to be previously analyzed and tabulated, allowing to making use of graphics and visual indicators of the problems detected in that area. The calculations of the strategy for the reduction of costs by Labor concepts will be linked with the rules in force in the Labor Code and previously compared so that the company takes the appropriate measures for the implementation or not, of this strategy raised. The importance of conducting this analysis lies in the social aspects because comes into play the human factor in this case the labor present in the workers of the smelting area of the CEDAL Company. And in the economic part looks for a better management of these items that are essential to obtain a cash flow, providing an adequate utility to both the company and the workers.

KEYWORDS: Reduction, Costs, Production.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del tema de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CRISTIAN DAVID PICHOGAGÓN PULAMARÍN**, cuyo título versa “**ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA CEDAL**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero 2019

Atentamente:

Lic. Mg. ALISON PAULINA MENA BARTHELOTTY

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C: 050180125-2



CENTRO
DE IDIOMAS

PROYECTO DE TITULACIÓN II

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Análisis de reducción de costos de producción en la planta CEDAL

Fecha de inicio:

Abril del 2018.

Fecha de finalización:

Febrero 2019

Lugar de ejecución:

Av. De La Unidad Nacional y Ángel Subía, Sector Sigsicalle, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL S.A

Facultad que auspicia

Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:**Equipo de Trabajo:**

MSc. Hernán Bladimiro Navas Olmedo Tutor de Titulación

David Pichogagón estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial

Área de Conocimiento:

Campo:

- (3300) Ciencias Tecnológicas. (UNESCO)

Disciplina:

- (3310) Tecnología Industrial (UNESCO)

Sub-disciplina:

- (331005) Ingeniería de Procesos (UNESCO)

Línea de investigación:

- **Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021**

Objetivo 5. Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria

Política 5.1. Generar trabajo y empleo dignos y de calidad, incentivando al sector productivo para que aproveche las infraestructuras construidas y capacidades instaladas que le permitan incrementar la productividad y agregación de valor, para satisfacer con calidad y de manera creciente la demanda interna y desarrollar la oferta exportadora de manera estratégica.

- **Línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

Línea 4. Procesos Industriales

- **Sub-línea de investigación de la Carrera de Ingeniería Industrial:**

Sub-línea 1. Procesos Productivos

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La importancia de este estudio radica en la necesidad de conocer la situación actual, que se viene desarrollando en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A., en donde los factores principales, la materia prima y la mano de obra presentan elevados costos que afectan directo al costo de producción.

Entre los principales objetivos del proyecto se encuentra la determinación del costo de adquisición del aluminio tanto importado como nacional en su forma de chatarra, debido a que estos elementos son la clave principal al momento de realizar el proceso de fundición. Además de encontrar cuales son las causas que generan el rechazo de producto ya elaborado provocando el aumento del costo. Otro objetivo es analizar el tema de horas extras que realiza cada trabajador dentro del área, a fin de conocer, el costo que implica esas horas y cuanto le está costando a la empresa por cancelar ese rubro. Conociendo esos valores se plantea una estrategia que permita la disminución de horas extras, procurando con ello reducir los costos de producción por parte de la mano de obra.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos serán los trabajadores de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL S.A, que contempla alrededor de unas 18 personas distribuidas en los 3 turnos en los que se maneja la empresa.

Los beneficiarios indirectos serán los trabajadores de las otras áreas debido a que los trabajos se realizaran de una mejor manera, preservando recursos que la empresa necesita.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

4.1 Situación Problemática

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. (CEDAL), se encuentra localizada en la ciudad de Latacunga en la av. de la Unidad Nacional y Ángel Subía sector Sigsicalle. CEDAL es una empresa de capital ecuatoriano, con el propósito de fabricar y comercializar extrusiones de aluminio para el mercado nacional e internacional.

Según el Msc. Hernán Navas, 2018 gerente de producción de Cedal S.A en el área de fundición existen 3 grupos de trabajo que laboran en los horarios diurno, vespertino y nocturno y en donde cada grupo de trabajo cuenta con su personal altamente capacitado, para desenvolverse en el puesto que se ha establecido. Entre los problemas que se encuentran dentro del área, existe uno que establece que cada grupo de trabajo termina realizando los 3 horarios escritos previamente, dentro de las 3 semanas del mes, dejando la 4ta semana con el inicio de un nuevo ciclo de trabajo (mañana, tarde y noche), con la excepción en esa semana el valor de cada hora de trabajo será cancelada al 100% de su valor normal establecida, generando un pago adicional a su remuneración mensual, en otras palabras el pago de horas extras.

Por otro lado se establece que el costo de producción por concepto de materia prima puede elevarse por parte de un reproceso que se realiza a los billets que han sido rechazados. Estos rechazos pueden ser generados por un mal manejo de los materiales que están dentro del proceso de fundición, o a su vez puede deberse a la mala manipulación de estos materiales debido a un personal fatigado que no logre realizar su trabajo de una manera eficiente.

4.2 Planteamiento del Problema

¿Cómo disminuir los costos de producción en el área de fundición de la empresa CEDAL S.A.?

5. OBJETIVOS:

5.1 General

Determinar porque la mano de obra del área de fundición de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio “CEDAL” S.A. genera un elevado costo de producción.

5.2 Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los costos de la chatarra de aluminio y de la mano de obra presente en el área de fundición de Cedal S.A
- Determinar el costo de producción de los lingotes en reproceso y de rechazo.
- Formular una estrategia para la reducción de costos por concepto de mano de obra.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la tabla 1 se muestra las actividades que son necesarias realizar, para darle cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos, así como de los resultados que se piensa obtener de cada uno de ellas.

Objetivo General: Determinar porque la mano de obra del área de fundición de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio “CEDAL” S.A. genera un elevado costo de producción.

Tabla 1: Tabla de Actividades y Resultados esperados

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los costos de la chatarra de aluminio y de la mano de obra presente en el área de fundición de Cedal S.A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Detallar el tipo de procesos que realizan en el área de fundición. • Determinar el personal que labora en el área 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de los procesos que se realizan en el área de fundición. • Obtener una lista de trabajadores en donde permita conocer sus actividades dentro del área de fundición. 	<p>Inspección visual (Fotografías, Flujiograma).</p> <p>Organigrama, e indicadores de gestión de desempeño.</p>
<p>Determinar el costo de producción de los lingotes en reproceso y de rechazo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un check list donde consten los materiales empleados por los trabajadores en el área de fundición. • Analizar que problemas se pueden presentar en los billets de aluminio. • Definir el costo del tratamiento de la chatarra de aluminio, adquirida por CEDAL S.A. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener clasificado todos los materiales que van a ser utilizados por el personal, con el fin de ver que materiales se están usando de manera inapropiada. • Conocer los problemas comunes que se presentan en los billets. • Obtener indicadores gráficos con la información completa sobre los problemas más relevantes que presenta el área. 	<p>Mediante una hoja de revisión de acuerdo a los estándares propios de la organización, analizar los procesos y materiales que ocupa cada trabajador.</p> <p>Diagramas de barras y de Pareto.</p> <p>Tablas de datos, y tablas comparativas.</p>
<p>Formular una estrategia para la reducción de costos por concepto de mano de obra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el costo actual de la mano de obra en el área de fundición. • Evaluar una propuesta para la contratación de nuevo personal, que evite el pago de horas extras • Realizar una comparación entre los valores anteriores y los nuevos valores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de la situación actual del costo de mano de obra. • Obtención de un nuevo costo de mano de obra • Obtención de una comparación de la situación actual y de la situación propuesta en tema de mano de obra. 	<p>Fórmulas de cálculo del costo de mano de obra</p> <p>Tratamiento de datos por el software Excel</p> <p>Tablas comparativas.</p>

Fuente: Autor

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Proceso de Fundición del Aluminio

7.1.1 Concepto

La fundición puede referirse a la producción de productos moldeados que requieren una mayor fabricación, así como productos de forma casi neta, que requieren un procesamiento posterior limitado (World Aluminium, s.f)

El aluminio es el metal ideal para reciclar, tanto así, que se lo considera como el metal verde. El reciclaje de aluminio requiere solamente un 5% de la energía utilizada en su extracción. Además, el aluminio puede ser fundido una y otra vez sin perder sus características originales

El principio de *fundición* es simple: se funde el metal, se vacía en un molde y se deja enfriar, existen todavía muchos factores y variables que se deben considerar para lograr una operación exitosa de fundición. La fundición es un antiguo arte que todavía se emplea en la actualidad, aunque ha sido sustituido en cierta medida por otros métodos como el fundido a presión donde se producen piezas fundidas de metal no ferroso, por el metal fundido se inyecta a presión en un molde, la forja proceso por el cual se comprime el material de trabajo entre dos dados, la extrusión proceso de formado por el cual el metal de trabajo es forzado a fluir a través de la abertura de un dado para darle forma, el mecanizado y el laminado procesos de deformación en el cual el espesor del material de trabajo se reduce mediante fuerzas de compresión ejercidas por dos rodillos opuestos. El Aluminio y sus aleaciones son empleados ya sea de forma fundida, moldeada, laminada o forjada. Por ejemplo se encuentra en piezas para aviones, cuerpos de válvulas, piezas ajustadas a presión, ruedas, cajas, cabezas de cilindros, camisas de agua, cajas de cambio de automóviles, motores monobloc, bombas, poleas, zapatas de freno, pistones de automóvil, bases de cocinas inyectadas, entre otros.

7.1.2 Tipos de Fundiciones

Los procesos de fundición tienen la misma función en donde se incluyen un molde que debe ser llenado por la colada frunta del producto de fundición estas se dividen en moldes permanentes y moldes desechables

Modelos permanentes

Son recipientes que pueden servir en más de una ocasión estos modelos tienen la forma deseada, éstos se fabrican de diferentes materiales como: arena, yeso, barro, metal, etc.

Modelos desechables

Los modelos desechables son utilizados cuando al elaborar una pieza o varias estos moldes tienden a ser destruidos, los materiales de los moldes pueden ser de madera, plástico, cera, yeso, arena, poliuretano, metal, etc. (Galván, 2009, pág. 34)

7.1.3 Fundición por presión

Es un proceso en el cual se utiliza moldes permanentes, estos moldes durante la fundición a presión se les conoce con el nombre de matrices, la matriz consta de dos partes, la parte fija y la parte móvil, en la matriz se inyecta metal fundido a alta presión, la misma que en la cavidad del molde se encuentra en un rango de 7 a 350 Mega Pascales (MPa), esta presión se mantiene durante la solidificación total, luego las dos mitades de las matrices se abren para remover la pieza. Una de las características principales de esta fundición es que la máquina que cierra las dos mitades del molde, deben proporcionar un cierre preciso.

Existen dos tipos de máquinas utilizadas para el proceso de fundición a presión, como son:

- La cámara caliente

El procedimiento de fusión en cámara caliente se realiza cuando un cilindro es sumergido en el metal derretido y con un pistón se empuja el metal hacia una salida la que descarga a la matriz. Las aleaciones más utilizadas en este método son las de bajo punto de fusión como las de zinc, estaño y plomo. Las piezas que se producen son de 20 a 40 kg y se llegan a manejar presiones superiores a los 35 MPa. Es un proceso rápido que se puede fácilmente mecanizar. A continuación se muestra un esquema del proceso de inyección en cámara caliente figura 1:

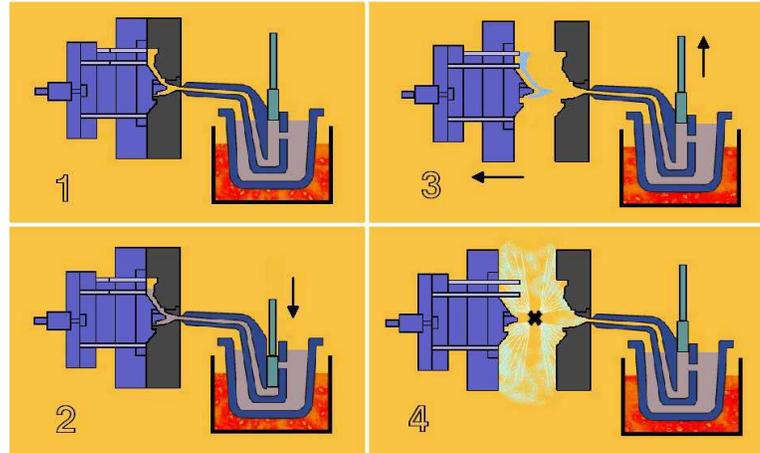
1-Cierre del molde

2-Relleno y enfriamiento

3-Eyección de la pieza

4-Lubricación

Figura 1: Proceso de fundición cámara caliente



Fuente: Observación tecnológica del metal: Fundición a presión de aluminio. pág. 6

- La cámara Fría

El proceso con cámara fría se lleva metal fundido por medio de un cucharón hasta un cilindro por el cual corre un pistón que empuja al metal a la matriz de fundición, las piezas obtenidas son de unos cuantos gramos a 10 Kg y sólo es recomendable en trabajos de poca producción. A continuación se muestra un esquema del proceso de inyección en cámara fría figura 2:

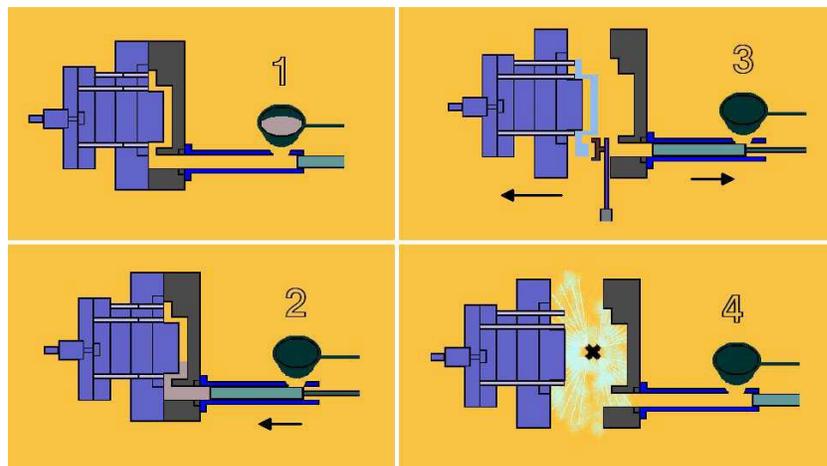
1-cierre del molde

2-relleno y enfriamiento

3-eyección de la pieza

4-lubricación

Figura 2: Proceso de inyección en cámara fría



Fuente: Observación tecnológica del metal: Fundición a presión de aluminio. pág. 7

7.1.4 Fundición con molde permanente por gravedad

Este tipo de fundición es utilizado para piezas en las que la calidad de terminado y dimensional no está sujeto a restricciones de calidad, debido a que la única fuente de energía que obliga al metal a llenar la cavidad del molde es la fuerza de la gravedad, un ejemplo de la utilización de este método la fabricación de lingotes de metal.

7.1.5 Fundición por colada continua

El proceso de la fundición por colada continua es utilizado por las empresas encargadas de la extrusión del aluminio, esto debido a que permite la reutilización de la chatarra que ellas mismo han fundido y por ende se considera una chatarra de alta calidad. Entre su producción por este método se tiene los billets, lingotes y las barras en forma de T, cada una con los requerimientos que tanto la planta como los clientes lo requieran.

Con este equipamiento se puede obtener una maximización de producción en parte porque se realiza una operación continua, siendo su utilización de mínimo 3 días, logrando producir hasta 8 billets de forma simultánea. (Navas & Navas, Comparación y Efecto del Homogenizado en Billets de Alaección AA 6063, 2017)

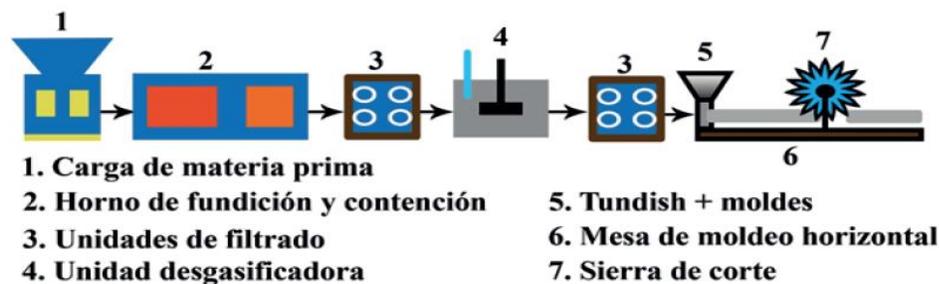
Existen 2 tipos de fundición por colada continua:

- Colada continua horizontal
- Proceso de colada Semi-continua vertical

7.1.6 Descripción del Proceso de Fundición por colada continua horizontal

Para conocer el proceso detallado véase la figura 3:

Figura 3: Fundición por colada continua



Fuente: KnE Engineering ESTEC Conference Proceedings6th Engineering, Science and Technology Conference (2017)

Volume 2018 pg. 324

Primero mediante un montacargas se realiza la carga con la materia prima que consta de la chatarra que se produce dentro de la empresa, así como la adquirida a proveedores extranjeros y nacionales. Con esta carga se traslada hacia el horno de fundición de combustión a diesel. El horno posee un alimentador tipo bandeja donde se deposita la carga.

Una vez alimentado el horno con la chatarra, se procede a fundir hasta que su consistencia parezca una colada. En el horno se puede llegar a fundir hasta unas 2 toneladas cada hora, dando un promedio de 16 toneladas en cada turno de trabajo.

Después la colada pasa a una unidad de filtrado donde se procede a retirar las impurezas que se ha producido al momento de la fundición, para aquello el equipo cuenta con una unidora desgasificadora encargada de realizar esa limpieza.

Luego la colada pasa al tundish, por proceso de gravedad el tundish a su vez se encuentra conformado por matrices cilíndricas, obteniendo así los billets. Al adquirir la colada su forma cilíndrica esta es lubricada al pasar por los moldes, aquí también recibe el enfriamiento por parte de un rociado continuo de agua.

Una vez finalizado su enfriamiento interviene una sierra volante previamente calibrada, cortando los lingotes de aluminio en diferentes longitudes, estos son colocados sobre una mesa expulsora para un posterior proceso.

Finalmente, los billets pasan a un horno homogeneizador que cuenta con una cámara de calentamiento y una cámara de enfriamiento por aire forzado.

Es un proceso térmico que se realiza al aluminio o sus aleaciones para que el producto obtenga un temple y una maduración artificial.

Para llevar a cabo el proceso se debe primero se coloca los lingotes en los coches del homogeneizador, estos lingotes deben estar separados transversalmente.

Al estar separados se los debe introducir en el horno, al ir cerrando las puertas del horno se procede al encendido secuencial de los quemadores del horno, definiendo un tiempo de horneado que va de 7 a 8 horas con una vigilancia constante cada media hora.

Terminando el ciclo se procede a retirar el coche con la carga, colocando el coche en las pantallas de enfriamiento.

Una vez enfriados los lingotes se descarga el coche se realiza el reporte y se envía los lingotes para el siguiente proceso el de extrusión.

7.2 Costos en general

Usualmente a los costos se los ha definido como recursos que tienen que ser sacrificados o en otras palabras renunciar a ellos para alcanzar un objetivo específico. Por ahora, consideremos a los costos medidos en la forma convencional contable, como cantidades monetarias que se tienen que pagar para adquirir bienes o servicios.

Por tal motivo, es indispensable definir claramente cuáles serán los objetos de costos a los cuales se les realizará su medición, análisis y gestión. (Horngren, Datar, & Rajan, 2012, pág. 27)

Cuando se analizan proyectos en diversos tipos de empresas como son del tipo manufacturero, comercializador o de servicios es fundamental clasificar tanto en costos como en gastos. Dicho de otra manera los costos inciden en la producción de un beneficio futuro, y por consiguiente, estos están relacionados con el ingreso. Los costos en el sector manufacturero se asocian con aquellas actividades que van a efectuar la elaboración o fabricación de los productos, mientras que en el sector de servicios, los costos son todas aquellos desembolsos de dinero necesarios para la generación de los servicios, y los gastos están asociados con aquellas cifras en las que se incurre pero que no fueron necesarias para la elaboración de los productos o para la generación de los servicios, es decir, son aquellas distribuciones de dinero relacionados con la administración, las ventas, la distribución y la financiación, entre otras. (Uribe, 2011, pág.4)

7.2.1 Costos de producción

Son todos aquellos generados a lo largo de un proceso de transformación hasta la obtención del producto final al que se llega con el empleo de los factores productivos: materia prima, mano de obra directa, costos indirectos de fabricación

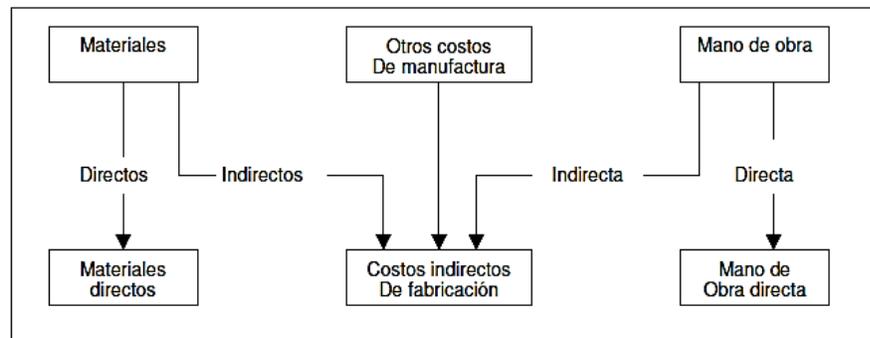
El control de los costos es de vital para cualquier empresa que se dedica a la fabricación de cualquier tipo de producto ya que esto nos servirá para determinar tanto el precio de venta como la utilidad que deseamos obtener.

Los costos de producción se transfieren al inventario de productos fabricados. En otras palabras, el costo de los productos fabricados está dado por los costos de producción que fue necesario incurrir para su fabricación.

Por esta razón a los desembolsos relacionados con la producción es mejor llamarlos costos y no gastos, puesto que se incorporan en los bienes producidos y quedan por lo tanto capitalizados en los inventarios hasta tanto se vendan los productos. Los gastos de administración y ventas, por el contrario, no se capitalizan sino que, como su nombre lo indica, se gastan en el período en el cual se incurren y aparecen como tales en el Estado de pérdidas y ganancias.

Los elementos del costo de un producto o sus componentes integrales son los materiales directos, la mano de obra directa y los costos de fabricación, como se puede observar en la figura 4.

Figura 4: Elementos de un producto



Fuente: (Polimeni, 2002)

Para poder obtener un cálculo más preciso del costo de producción se debe recurrir a la ecuación (1) que abarque los tres principales componentes de los costos de producción:

Ecuación 1: Costo de producción

$$\text{Costo de Producción} = \text{M. D.} + \text{M.O.D.} + \text{C.I.F.}$$

(1)

Fuente: (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Kole, 2002)

Dónde:

M.D. = Materiales directos.

M.O.D. = Mano de obra directa.

C.I.F. = Costos Indirectos de Fabricación

7.2.2 Materiales, Desperdicios y Cálculo de la materia prima

Materiales

En este rubro se encuentran todas las materias primas e insumos necesarios para la transformación de productos.

Dentro de las materias primas se encuentran los recursos extraídos de la naturaleza que nos sirven para construir los bienes de consumo, los cuales sufren la transformación y dan lugar a los productos terminados. Pueden ser de origen vegetal, animal y mineral. Los insumos son bienes empleados en la producción de otros bienes, pueden estar ya terminados y no sufren una transformación durante su elaboración. (Uribe, 2011, pág.51)

Los costos de materiales pueden ser directos o indirectos.

Donde los materiales directos son aquellos que pueden identificarse con la producción de un artículo terminado, que pueden asociarse fácilmente al producto y que representan un costo importante del producto terminado. Un ejemplo sería el acero utilizado en la fabricación de un automóvil, o la madera en la fabricación de muebles.

Los materiales indirectos son los demás materiales o suministros involucrados en la producción de un artículo que no se clasifican como materiales directos; por ejemplo, el pegante que se emplea en la fabricación de muebles y los remaches utilizados para ensamblar un automóvil (es decir, costos necesarios pero relativamente insignificantes). Los materiales indirectos de fabricación se consideran costos indirectos de fabricación.

Desperdicios, daños y reproceso

Durante los procesos de conversión de la materia prima especialmente, es posible que aparezcan algunos materiales residuales, los cuales tienen valores bajos de ventas en comparación con el valor de las ventas totales del producto. Dichos materiales son denominados desperdicios y se pueden clasificar como normales o anormales en cada proceso productivo. Los normales hacen referencia a aquellos que son inherentes al proceso, mientras que los anormales son cantidades de materiales residuales generados por encima de las cantidades propias del proceso, los cuales pueden deberse a problemas con las especificaciones de calidad de las materias primas o los insumos utilizados, a intervenciones inadecuadas del personal, o a dificultades en el desempeño de las máquinas o los equipos involucrados.

Cuando los desperdicios generan un ingreso hacen que los costos de producción de la orden de trabajo que los generó se reduzcan.

Adicionalmente, durante la conversión de las materias primas se generan productos en proceso, los cuales, una vez finalizada su conversión, dan lugar a los productos terminados. Cuando las unidades parcial o totalmente terminadas no cumplen con las especificaciones con las cuales fueron diseñadas, aparecen las denominadas unidades dañadas.

Algunas de estas unidades son vendidas como segundas, generando un menor ingreso y por ende una menor ganancia.

Por otro lado los reprocesos se refieren a las unidades que, una vez han sido inspeccionadas, se califican como inaceptables, puesto que no cumplen con las especificaciones de calidad, pero subsecuentemente son reparadas con el ánimo de poder comercializarlas en el mercado.

Cálculo de la materia prima

Los costos de la materia prima se calculan a partir de los requerimientos del proceso de producción, orientado por la demanda del mercado, con base en la población objetivo y a su consumo. Donde para calcular la materia prima se realiza la una tabla (ver tabla 2), en donde se identifique las características de los productos que son requeridos para el proceso, tarea o actividad, que se va a llevar a cabo dentro de la empresa. Para aquello se debe realizar el siguiente procedimiento:

- 1.- Llenar los espacios en blanco haciendo una lista de los materiales directos, en la columna de “Descripción”. No deben confundirse los insumos con la materia prima. Por ejemplo: el pegamento, los materiales de acabado, los clavos son insumos en la actividad de la carpintería, la materia prima directa es la madera.
- 2.- Luego en la columna de “Unidad” y en el mismo orden de los materiales anotados, indicar la unidad de medida que vamos a tomar como referencia. Por ejemplo: si tuviera que medirse en “gramos” se puede abreviar como “gr”. Lo importante es tener clara la unidad de medida según el tipo de materia prima, pudiendo ser: metro, pulgada, kilo, pliego, pieza, galón, litro, porción o unidad, etc.
- 3.- Seguidamente se coloca el respectivo “precio unitario” a cada unidad de medida que se ha establecido. Por ejemplo: si se indicó “gr” para el caso de una joyería, entonces el precio unitario será el costo de este gr, procurando utilizar cifras con precisión.
- 4.- Continuando con la columna de “Cantidad”, se consignará la cantidad de materia prima que se utiliza en la elaboración del producto. Se debe tener especial cuidado con materiales que merman,

en todo caso consignar la cantidad equivalente (mayor) del material necesario para obtener el producto en particular. Por ejemplo: si para una joya necesitamos 10 gr., de plata pura y la merma es del 5%, entonces deberá consignarse una cantidad de 10.5 gr., de plata pura, suficiente para compensar la merma.

5.- Finalmente se procede a calcular el costo de Materia Prima, (M. P.) mediante la siguiente ecuación (2):

Ecuación 2: Costo de Materia prima

$$\text{Costo de M. P.} = (\text{Costo Unitario}) * (\# \text{ unidades requeridas})$$

(2)

Fuente: (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Kole, 2002)

Esto se lo realiza línea por línea, hasta completar todos los conceptos de la cuadrícula correspondiente a materia prima. Estos valores se totalizan o suman y se anotan en el sub-total. Debido a que es solo una parte para el cálculo del costo de producción.

Tabla 2: Cálculo de Materia Prima

Materia Prima				
Descripción	Unidad	Precio Unitario	Cantidad o unidades requeridas	Costo Total (\$)
			Subtotal:	

Fuente: El Autor

7.2.3 Mano de Obra y Cálculo de la mano de obra directa e indirecta.

La mano de obra es el esfuerzo físico o mental que utilizan los trabajadores en la elaboración de un producto o la prestación de un servicio. El costo de la mano de obra se ve reflejado en el precio que se paga por emplear los recursos humanos. Siendo los trabajadores directos aquellos que trabajan directamente en el producto, bien sea manualmente o empleando máquinas.

La mano de obra indirecta es el trabajo de fabricación que no se ha involucrado directamente a un producto. Entre los trabajadores cuyos servicios están indirectamente relacionados con la producción se incluyen los diseñadores de productos, los supervisores de trabajo y los inspectores del producto. La mano de obra indirecta hace parte del costo indirecto de fabricación. (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Kole, 2002, pág. 84)

La mano de obra conforma uno de los rubros más importantes a tener en cuenta dentro de las organizaciones, debido a la influencia significativa que esta puede llegar a tener en un momento dado sobre los costos de un producto o un servicio; es decir, pueden impactar de una manera positiva o negativa los estados financieros de las organizaciones, reflejándose en variables como las utilidades, la rentabilidad y el flujo de caja libre, entre otras. (Uribe, 2011, pág. 67)

Componentes del costo de la mano de obra en Ecuador

Los costos de la mano de obra en Ecuador se componen de la seguridad social, las prestaciones sociales y las horas extras.

En seguida se explican brevemente cada uno de ellos.

Según el Artículo 95 del (Codigo del Trabajo, 2012) , y el Artículo 328 de la Constitución Política, se entiende como remuneración todo lo que el trabajador reciba en dinero, en servicios o en especies, inclusive lo que percibiere por trabajos extraordinarios y suplementarios, a destajo, comisiones, participación en beneficios, el aporte individual al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social cuando lo asume el empleador, o cualquier otra retribución que tenga carácter normal en la industria o servicio. Se exceptúan el porcentaje legal de utilidades, los viáticos o subsidios ocasionales, la decimotercera, decimocuarta remuneraciones, y el beneficio que representan los servicios de orden social.

Seguridad social (pensión, salud y riesgos profesionales)

El empleador tiene la obligación de afiliar a sus trabajadores ante el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La empresa aporta el 11,5% y el empleado el 9,35% de su salario o sueldo mensual.

Prestaciones sociales*Primas*

Los trabajadores ecuatorianos tienen derecho básicamente a dos primas:

La primera llamada decimotercera remuneración –antes conocida como bono de Navidad– consiste en el pago de la doceava parte de lo percibido por el trabajador durante el año, incluyendo horas extra, horas suplementarias, comisiones, y otras remuneraciones consideradas como permanentes. La segunda prima, denominada decimocuarta remuneración, –antes conocida como bono escolar– es equivalente a un salario básico o mínimo unificado de la categoría a la que pertenece el empleado.

Utilidades

Según el Artículo 97 del Código del Trabajo, el empleador o empresa reconocerá en beneficio de sus trabajadores el quince por ciento (15%) de las utilidades líquidas. Este porcentaje se distribuirá así: el diez por ciento (10%) se dividirá para los trabajadores de la empresa, sin consideración a las remuneraciones recibidas por cada uno de ellos durante el año correspondiente al reparto y será entregado directamente al trabajador, y el cinco por ciento (5%) restante será entregado directamente a los trabajadores de la empresa, en proporción a sus cargas familiares, entendiéndose por estas al cónyuge o conviviente en unión de hecho, los hijos menores de dieciocho años y los hijos minusválidos de cualquier edad.

Vacaciones

Según el Artículo 69 del Código del Trabajo, todo trabajador tendrá derecho a gozar anualmente de un periodo ininterrumpido de quince días de descanso, incluidos los días no laborables. Los trabajadores que hubieren prestado servicios por más de cinco años en la misma empresa o al mismo empleador, tendrán derecho a gozar adicionalmente de un día de vacaciones por cada uno de los años excedentes o recibirán en dinero la remuneración correspondiente a los días excedentes. El monto pagado al empleado por este concepto corresponde a la veinticuatroava parte de todo lo percibido durante el año laboral (incluye horas extras, horas suplementarias, comisiones, y otras remuneraciones consideradas como permanentes).

Horas extras y recargos

Según el Artículo 47 del Código del Trabajo “la jornada máxima de trabajo es de ocho horas diarias, de manera que no exceda de cuarenta horas semanales, salvo disposición de la ley en contrario”.

Sin embargo, las comisiones sectoriales y de trabajo determinan las jornadas especiales definiendo en qué tipo de industrias no es permitida la jornada completa, y por tanto fijan su duración.

Como lo plantea el Código del Trabajo, “la jornada nocturna se entiende como la comprendida entre las 7:00 pm y 6:00 am del día siguiente, tiene la misma duración de la jornada diurna, y se paga con un recargo del 25%.

Por otro lado, según el Art. 55. La Remuneración por horas suplementarias y extraordinarias.

- Por convenio escrito entre las partes, la jornada de trabajo podrá exceder del límite fijado e artículos 47 y 49 de este Código, siempre que se proceda con autorización del inspector de trabajo y se observen las siguientes prescripciones:

1. Las horas suplementarias no podrán exceder de cuatro en un día, ni de doce en la semana;
2. Si tuvieren lugar durante el día o hasta las 24H00, el empleador pagará la remuneración correspondiente a cada una de las horas suplementarias con más un cincuenta por ciento de recargo. Si dichas horas estuvieren comprendidas entre las 24H00 y las 06H00, el trabajador tendrá derecho a un ciento por ciento de recargo. Para calcularlo se tomará como base la remuneración que corresponda a la hora de trabajo diurno;
3. En el trabajo a destajo se tomarán en cuenta para el recargo de la remuneración las unidades de obra ejecutadas durante las horas excedentes de las ocho obligatorias; en tal caso, se aumentará la remuneración correspondiente a cada unidad en un cincuenta por ciento o en un ciento por ciento, respectivamente, de acuerdo con la regla anterior.

Para calcular este recargo, se tomará como base el valor de la unidad de la obra realizada durante el trabajo diurno; y,

4. El trabajo que se ejecutare el sábado o el domingo deberá ser pagado con el ciento por ciento de recargo.

Para el cálculo de las horas extras tendremos que definir algunos parámetros:

1. Definir Jornada de trabajo

En Ecuador se trabajan en dos jornadas:

Jornada Diurna que va desde las 6:00 am hasta las 19:00 pm

Y la Jornada nocturna que va desde las 19:00 pm hasta las 6:00 am del siguiente día, cabe resaltar que en este horario se debe cancelar con el 25% de recargo.

Los trabajos realizados luego de esas jornadas (diurna y nocturna) se cancelaran con el 50% de recargo.

En cambio si se realizan los trabajos en los días sábado, domingo o feriado se deberá cancelar con el 100% de recargo.

2. Obtener el valor de la hora de trabajo

Primero obtenemos el sueldo diario (3):

Ecuación 3: Sueldo diario

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{30} = \text{Sueldo Diario}$$

Luego obtenemos valor de la hora de trabajo dividiendo el sueldo diario para el número de horas trabajadas (4):

Ecuación 4: Costo hora hombre

$$\frac{\text{Sueldo diario}}{8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

Resumiendo podemos obtener de la siguiente manera dividiendo el sueldo mensual para 240 (5):

Ecuación 5: Costo Hora-Hombre Resumida

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ dias} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

3. Multiplicar el costo de hora por el valor de recargo (6), (7), (8)

Ecuación 6: Valor hora extra al 25% o recargo por jornada nocturna

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times \# \text{de horas extra} = \text{Valor hora extra al 25\%} \quad (6)$$

Ecuación 7: Valor hora extra al 50%

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 \times \# \text{de horas extra} = \text{Valor hora extra al 50\%} \quad (7)$$

Ecuación 8: Valor hora extra al 100%

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 \times \# \text{de horas extra} = \text{Valor hora extra al 100\%} \quad (8)$$

Cálculo de las horas suplementarias

Las horas trabajadas posteriores a la jornada ordinaria laboral se conoce como horas suplementarias o complementarias, estas horas se permite un máximo de 4 horas al día y 12 a la semana. Y para el pago de estas horas se debe realizar un recargo del 50% hasta las 24h00 y el 100% desde la 1h00 am hasta las 6h00 am.

Para el cálculo se debe dividir el sueldo mensual para 240 con lo cual se obtiene el valor de la hora diaria, similar a la ecuación (5) y a este valor se le suma ya sea el 50% del valor calculado o el mismo 100%, obteniendo así el valor de la hora suplementaria (9a) y (9b).

Ecuación 9: Valor hora suplementaria al 50% y al 100%

Si el valor es al 50 %

$$\text{valor de la hora diaria} + \frac{\text{hora diaria}}{2} = \text{valor de la hora suplementaria} \quad (9a)$$

Si es el valor al 100%

$$\text{valor de la hora diaria} + \text{valor de la hora diaria} = \text{valor de la hora suplementaria} \quad (9b)$$

Quedando una ecuación que permita calcular el costo total de cancelación por tema de horas suplementarias (10)

Ecuación 10: Costo de la hora suplementaria

$$\text{valor de la hora suplementaria} \times \# \text{ de horas suplementarias} = \text{Costo total a cancelar}$$

(10)

8. HIPÓTESIS

La implementación de un nuevo grupo de trabajo en el área de fundición de la empresa Cedal S.A, permitirá una disminución de gastos por concepto de mano de obra y de materia prima.

8.1 Variable dependiente: reducción de costos de producción.

8.2 Variable independiente: análisis de costos

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Método deductivo

Este método busca realizar una deducción en base a un diagnóstico y a un análisis de datos sobre los procesos y los costos que estos producen.

Y como técnica de investigación se utiliza la observación y la recopilación de datos para poder obtener lo relevante de los procesos y analizarlos.

9.2 Método analítico – cuantitativa

Para analizar las causas, se utilizó este método para una recolección de datos precisa del área de fundición que ayuda a identificar y a cuantificar problemas.

También se realizó un análisis cualitativo de las causas del elevado costo de producción, usando para esto el gráfico de barras verticales, donde se representa los problemas en forma ordenada, de mayor a menor ocurrencia. Y donde se puede plantear el problema y se tabula los datos recogidos ordenando las categorías de mayor a menor importancia.

9.3 Método inductivo

Este tipo de método aplica cálculos mediante la utilización de las ecuaciones formuladas por el código de trabajo para el pago de las remuneraciones según establecido la ley.

Los datos son tabulados en tablas y cuadros para su posterior análisis, en base a la sensibilización de los datos, se logra resultados en las variables motivo de las hipótesis, los gráficos relevantes serán presentados para mejor comprensión de los resultados.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

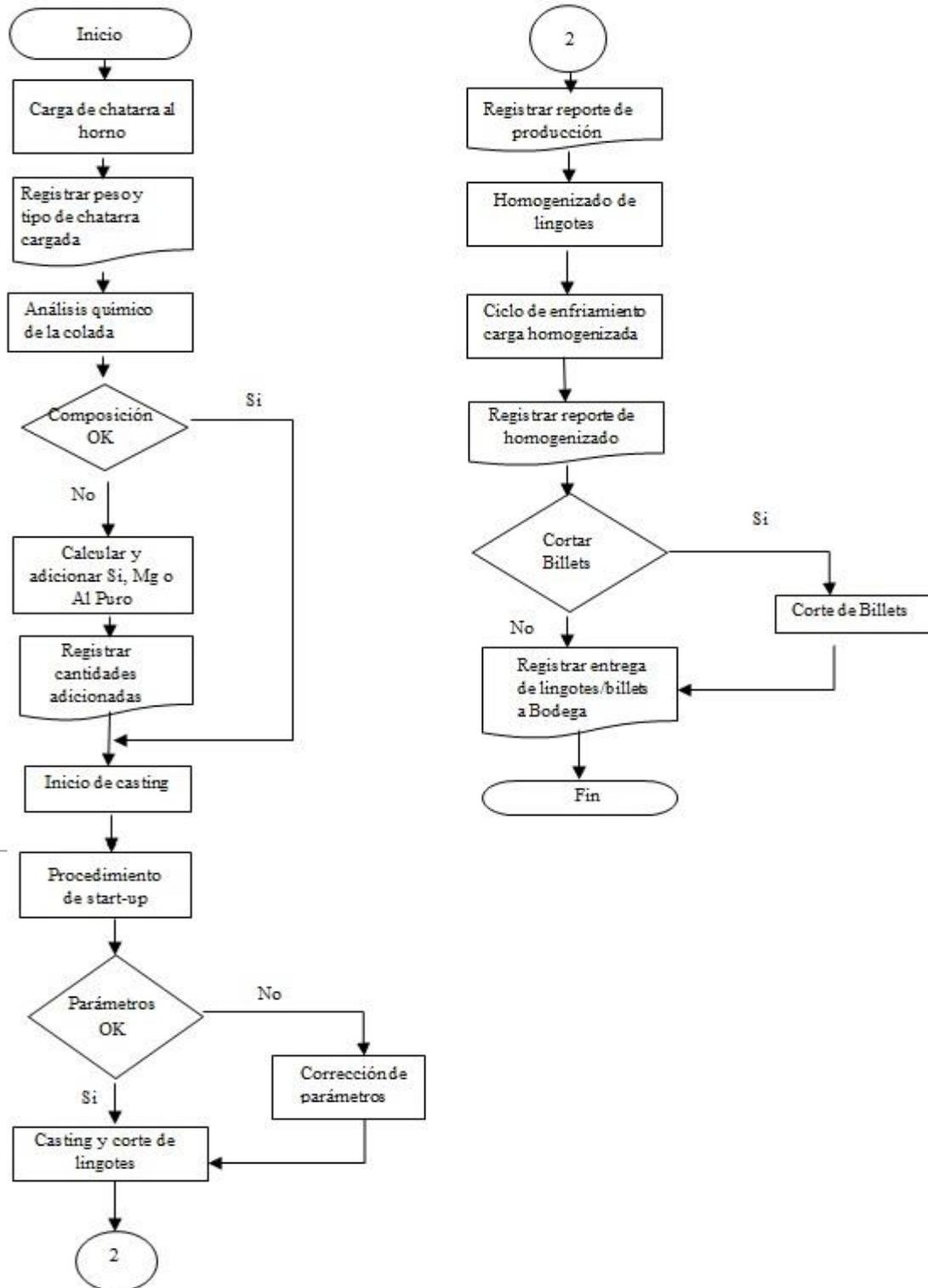
10.1 Descripción del proceso de Fundición

La Corporación Ecuatoriana de Aluminios S.A. (Cedal S.A.) en el área de fundición, presenta un proceso donde un horno de llama directa funde el aluminio producto de la chatarra, de residuos del proceso de extrusión y de material importado, obteniendo una mezcla semilíquida o conocida como “colada”, la misma que vertida dentro de un molde, logra transformar en barras de forma cilíndrica denominada billets o lingotes de aluminio.

Para esto se detallará una descripción de los subprocesos que se encuentran explícitos dentro del proceso de fundición del aluminio, así como también de una manera pormenorizada los costos que conlleva este proceso desde la materia prima hasta los billets de aluminio que sirve para el proceso de extrusión dentro de la planta.

A continuación se presenta un Diagrama de flujo el cual muestra el proceso de fundición que se realiza en Cedal S.A. véase figura 5:

Figura 5: Diagrama de Flujo del proceso de Fundición

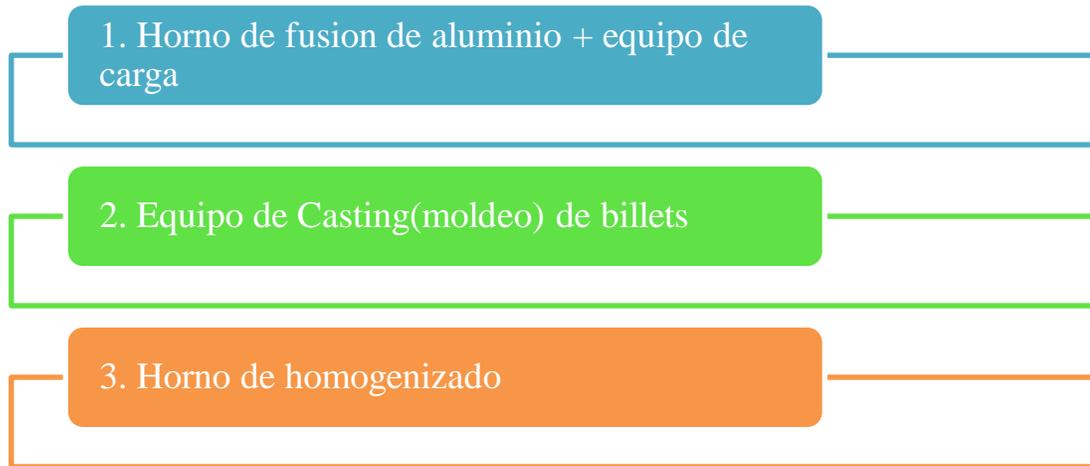


Fuente: Planta Cedral S.A.

10.1.1 Equipos Principales

La empresa Cedal S.A. presenta un proceso de re-fusión de Aluminio, siendo este un procedimiento con colado continuo de billets en donde abarca 3 partes principales tal como muestra la figura 6:

Figura 6. Partes principales del proceso de fundición de Cedal S.A.



Fuente: Planta Cedal S.A.

10.1.2 Horno de fusión de aluminio + equipo de carga

Este primer elemento viene compuesto por partes secundarias como lo son:

- Un equipo de carga: equipo constituido por una máquina de carga de material, en cuya plataforma cuenta con una báscula que pesa los elementos que van a ingresar al horno. (Navas, Vaca, Paredes, Morales, & Nuñez, 2017)
- Horno de fusión: compuesto por 2 cámaras, una de fusión y la otra perteneciente al colado, cada una
- Sistema de combustión: las cámaras contienen su quemador, un sistema de recuperación de calor y ductos de salida de gases.

10.1.3 Equipo de casting (moldeo) de billets

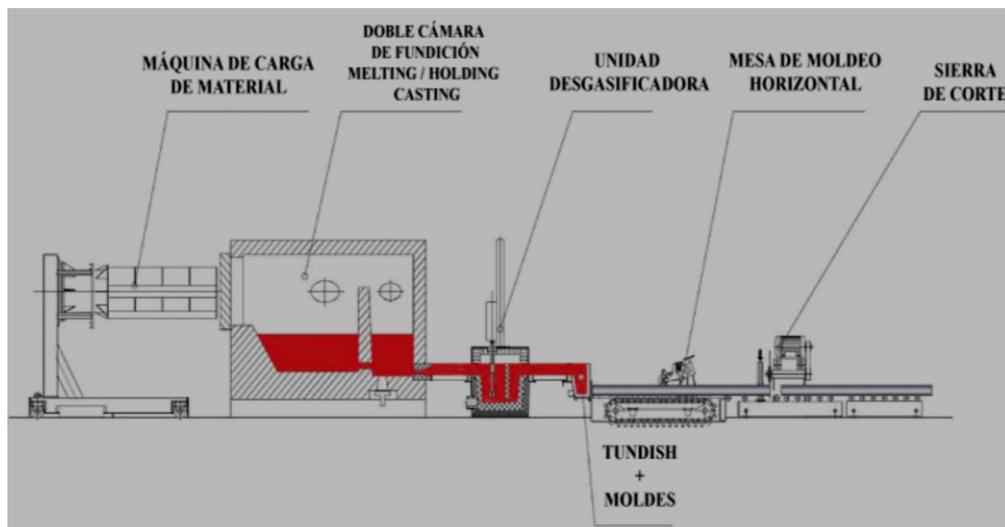
- Moldes: elaborados con aleaciones de cobre de forma cilíndrica, su refrigeración es por agua y su lubricación mediante aceite vegetal. Presentan elementos cerámicos con el fin de controlar el flujo presente.
- Unidad desgasificadora: presenta un rotor y un impulsor que inyectan el argón en la colada.
- Tundish + filtro: la alimentación de metal a la máquina de fundición debe ser lo suficientemente rápida como para llenar el molde durante el corto tiempo que pasa por el

punto de vertido. el dispositivo de vertido estándar comprende un tundish con un filtro que evita que las impurezas lleguen a los moldes. (Schmitz, 2006)

- Sierra Volante: Sierra que corta los billets a la longitud que requieran los procesos de extrusión.
- Sistema de conveyor: guía a los billets luego del tundish.

Para comprender el proceso se puede ir observando en la figura 7 siguiente como es el proceso de colada continua que se utiliza dentro de la planta.

Figura 7: Equipo completo para Proceso de Colada Continua Horizontal.



Fuente: HERTWICH ENGINEERING SMS GROUP.

10.1.4 Horno de homogenización

- Carros de carga: son los vehículos encargados de transportar los billets cortados hacia el horno.
- Horno: Este horno sirve para mejorar la calidad de los productos de perfil de aluminio debido a que al final del proceso de los billets estos serán uniformes y mejora la calidad de la superficie.
- Sistema de enfriamiento de lingotes: el enfriamiento se realiza conforme a los requisitos metalúrgicos para garantizar las características óptimas del producto final homogeneizado.

10.1.5 Materia prima

En la planta Cedal S. A. se tiene como materia prima para el proceso de fundición a los siguientes elementos como son:

- Chatarra generada en los procesos de extrusión, anodizado, pintura y empaque de la planta CEDAL.

Es un tipo de chatarra fruto de los diferentes procesos que se realizan en toda la planta de producción, donde se encuentra los billets rechazados o que han sido puestos en reproceso, los residuos del proceso de extrusión, así como los perfiles que han sido rechazados o se encuentran en mal estado en el área de acabados y de empaque.

- Chatarra adquirida a proveedores externos, aleación 6063, 6060, 6061 o 6005.

Son los proveedores nacionales y extranjeros que se encargan de provisionar chatarra hacia la planta en donde a esta chatarra se le considera “negra” debido a la presencia de materiales pesados dentro de su contenido. A su vez a la chatarra importada se la denomina como chatarra de mesa, debido a que son los sobrantes de los perfiles usados en países como Perú, Argentina o países del Caribe.

- Aluminio puro con pureza > 99.7% (aluminio primario).

Es un aluminio que vienen en forma de lingotes en donde su pureza es casi un 100%, las características de este material ayuda a que los procesos de aluminio dentro de la planta cumpla con los estándares establecidos para la fundición de aluminio. Los lingotes de aluminio puro son importados desde países exportadores de este material.

- Aluminio de 2da. Fusión aleación 6063, 6060, 6061 o 6005.

Es un tipo de aluminio que ha sido previamente fusionado con materiales bajos hablando de propiedades de dureza o de maleabilidad, llegando con esto a modificar el producto de los billets que requiere la empresa.

10.1.6 Elementos de aleación e insumos principales

En cuanto a las aleaciones el aluminio que se prioriza son los que se obtiene mediante la serie 6000 en la que prevalecen las aleaciones del aluminio con los metales **Magnesio** y **Silicio** siendo esta aleación la 6063 véase en la siguiente figura 8.

Donde los metales presentan unas características principales:

Estas aleaciones con el Magnesio y el Silicio presentan características mecánicas medias. Ofrecen una buena aptitud a la deformación en frío, comportamiento aceptable ante los agentes atmosféricos y una buena aptitud a la soldadura.

Esta aleación ofrece una gran velocidad de extrusión logrando con ello que los billets de aluminio sean especialmente destinados a la decoración, amueblamiento y la edificación (puertas, ventanas, etc.) («Aluminio.pdf», s. f.)

Figura 8 Aleaciones del Aluminio - Magnesio - Silicio

ALEACIONES DE ALUMINIO													
Normas A.A. (U.S.A)	Normas D.C.A.	Normas EN AW	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Pb	Cr	Otros	Al
6005	SIMAGAL05	EN AW-6005	0.6-0.9	0.35	0.10	0.10	0.4-0.6	0.10	0.10		0.10	0.05-0.15	"
6063 A	SIMAGAL 63	EN AW-6063A	0.3-0.6	0.15-0.35	0.10	0.15	0.6-0.9	0.15	0.10		0.05	0.05-0.15	"
6061	SIMAGAL 61	EN AW-6061	0.4-0.8	0.70	0.1-0.4	0.15	0.8-1.2	0.25	0.15		0.04-0.35	0.05-0.15	"
6082	SIMAGAL 82	EN AW-6082	0.7-1.3	0.50	0.10	0.40-1.0	0.6-1.2	0.20	0.10		0.25	0.05-0.15	"
6261	SIMAGAL 65	EN AW-6261	0.4-0.7	0.40	0.15-0.40	0.20-0.35	0.7-1.0	0.20	0.10		0.10	0.05-0.15	"
6262	SIMAGAL 62	EN AW-6262	0.4-0.8	0.70	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.25	0.15	Pb 0.4-0.7: Bi 0.4-0.7	0.04-0.14	0.05-0.15	"
6351	SIMAGAL 51	EN AW-6351	0.7-1.3	0.50	0.10	0.4-0.8	0.4-0.8	0.20	0.20			0.05-0.15	"

Fuente: Metal –Service.net

Entre los insumos principales que se usan al momento de la fundición tenemos:

- Tibor: que es la mezcla de boro y titanio que lo que busca es ser utilizado como un refinador de grano.
- Argón: presente en la desgasificación de la colada al momento que esta sale del horno. Logrando con ello que la colada de aluminio no presente gas en su interior.
- Nitrógeno: utilizado para agitar la colada, logrando con ello una consistencia homogénea en la cámara del casting, siendo un suplente del argón.
- Aceite lubricante: utilizando para el proceso de lubricar a los moldes.
- Materiales cerámicos: este tipo de materiales se encuentran presente a la hora de preparar los moldes, además de ser utilizados en los canales y el tundish.
- Otros materiales: aceite para corte, barras de grafito, polvo desmoldante.

El proceso para la elaboración de los billets de aluminio, empieza desde la recepción de materia prima, donde los proveedores tanto nacionales como extranjeros descargan sus materiales dentro de la empresa los mismos que están compuestos de material reciclado, previamente sujeto a las especificaciones que requiere la empresa. Estos materiales vienen en camiones los mismos que son pesados antes de ingresar a la planta para conocer la cantidad de materia prima que ha sido transportada, y por la cual se va a proceder a realizar la compra.

Los paquetes de material reciclado se encuentran en un rango que va desde los 385 kg hasta los 460 kg, compactados de manera ordenada como se ve en la figura 9, resultando una facilidad para el traslado de los paquetes hacia el horno de fundición.

Figura 9: Paquete de chatarra de aluminio



Fuente: Planta Cedral S.A.

Tanto para la recepción de chatarra, como para el traslado de está hacia el horno de fundición la planta utiliza vehículos montacargas véase figura 10, para precautelar la seguridad del transporte de esos paquetes, así como la de los materiales elaborados dentro de la planta.

Figura 10: Montacargas



Fuente: humandraft.com

El proceso de fundición se inicia con la colocación de los paquetes de chatarra, en la bandeja de alimentación ver figura 11 esta bandeja posee una balanza para conocer la cantidad de materia prima que ingresa al horno, se desplaza a través de 2 rieles permitiendo el ingreso al interior del horno con gran facilidad.

Figura 11: Bandeja de Fundición



Fuente: Planta Cedal S.A.

El horno de fundición horizontal que posee Cedal véase en la figura 12a tiene 2 cámaras de combustión a diesel en donde el horno alcanza temperaturas elevadas que sobrepasan los 600°C, logrando con eso fundir los diferentes tipos de chatarra que han sido ingresados previamente, obteniendo así una mezcla semilíquida o colada en donde los lingotes de aluminio puro han sido fundidos con otros minerales, generalmente silicio, magnesio, manganeso, cobre o hierro en pequeñas cantidades. El horno también cuenta con un sistema de evacuación de gases en donde por medio de una chimenea vertical véase figura 12b los gases originados por la fundición salen hacia el exterior.

Figura 12: a) Horno de fundición b) Chimenea del horno de fundición



Fuente: Planta Cedal S.A

El horno tiene una capacidad de fundición de 2 toneladas cada hora, logrando obtener en total unas 16 toneladas por cada turno de trabajo.

En el proceso de colado o casting la colada que sale del horno, presenta unas impurezas que empiezan a flotar, es por eso que la colada pasa a través de una cámara desgasificadora véase figura 13 provocando que mediante un sistema rotacional y la inyección de argón dentro de la colada, las impurezas presentadas tiendan a separarse

Figura 13: Cámara de desgasificación



Fuente: Planta Cedal S.A.

Una vez retiradas las bolsas de aire, la colada se dirige al tundish el cual presenta un filtro para detener las impurezas que hayan logrado pasar el proceso anterior véase en la figura 14, el tundish a su vez presenta una serie de matrices o moldes de forma cilíndrica, los cuales están elaborados a base de una aleación de cobre y previstos de elementos cerámicos para poder controlar el flujo que pasa por ellos.

Figura 14: Tundish



Fuente: Planta Cedal S.A.

Al obtener la forma cilíndrica los billets pasan por un sistema de enfriamiento el cual consiste en la inyección de agua de forma abrupta, así como de la utilización de un aceite biodegradable que permite la lubricación de los billets. Un sistema de conveyor de cadena traslada a los billets hacia una sierra calibrada véase figura 15 para proceder a ser cortados.

Figura 15: Sierra de Corte de billets



Fuente: Planta Cedal S.A.

Cabe recalcar que todas las limallas producto de los cortes realizados a los billets son recolectados para un reproceso de fundición.

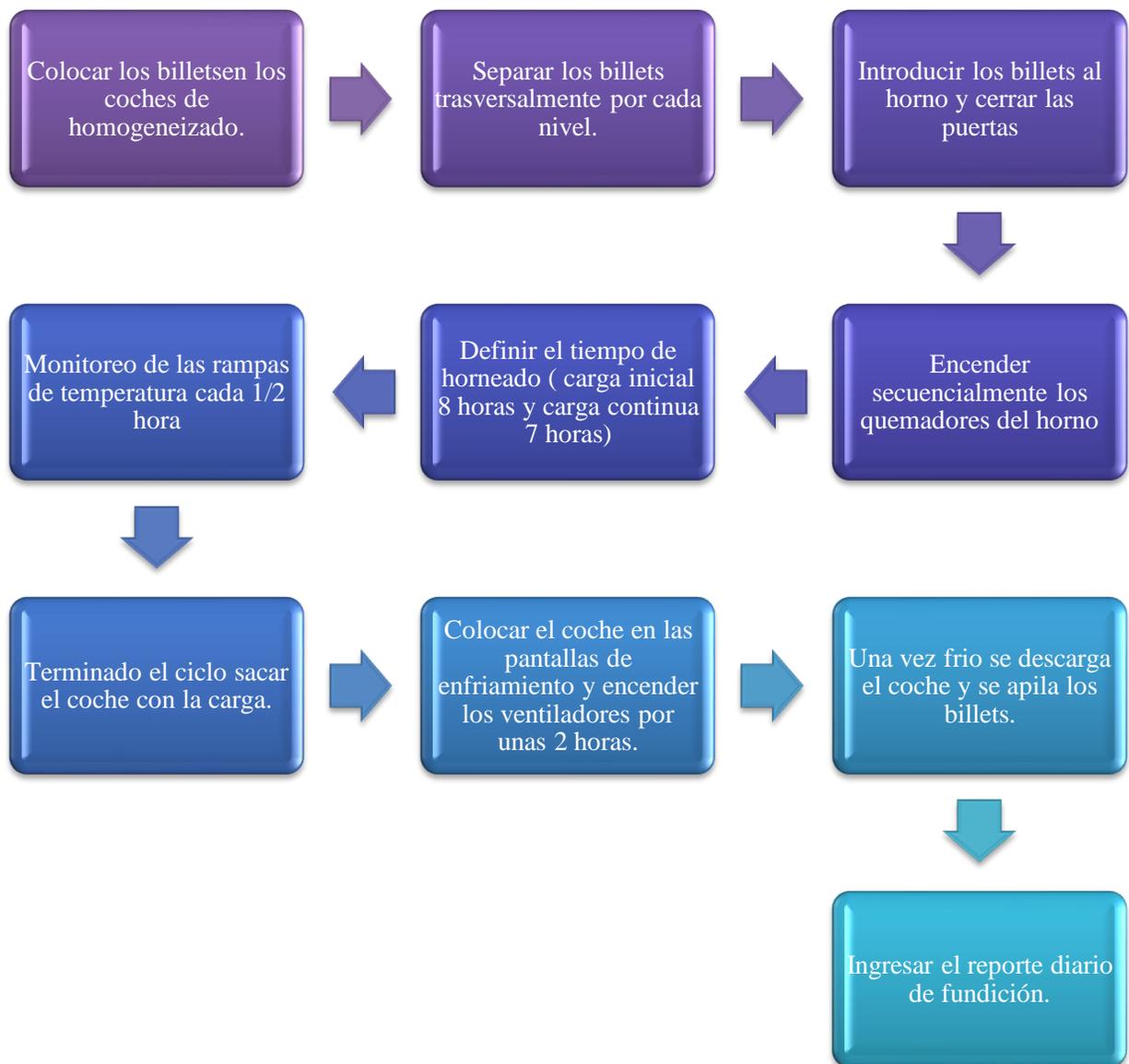
Los billets de aluminio son colocados para un enfriamiento natural hasta que llegue el momento de realizar el proceso de homogenizado.

El Homogenizado es un tratamiento que consiste en uniformizar el material, suprimir la micro-segregación y remover las tensiones que se hayan suscitado en las aleaciones logrando obtener un endurecimiento de los billets para procesos posteriores.

El tratamiento de homogenizado que Cedal S.A. utiliza está compuesto por 2 etapas la de calentamiento en donde interviene un horno de homogenizado y la de enfriamiento en donde intervienen paneles que cuentan con ventiladores.

Proceso de Homogenización véase figura 16 es una serie de procedimientos que se realiza a los billets para que obtengan un tratamiento térmico y garantizar la calidad del producto terminado.

Figura 16: Proceso de Homogeneización

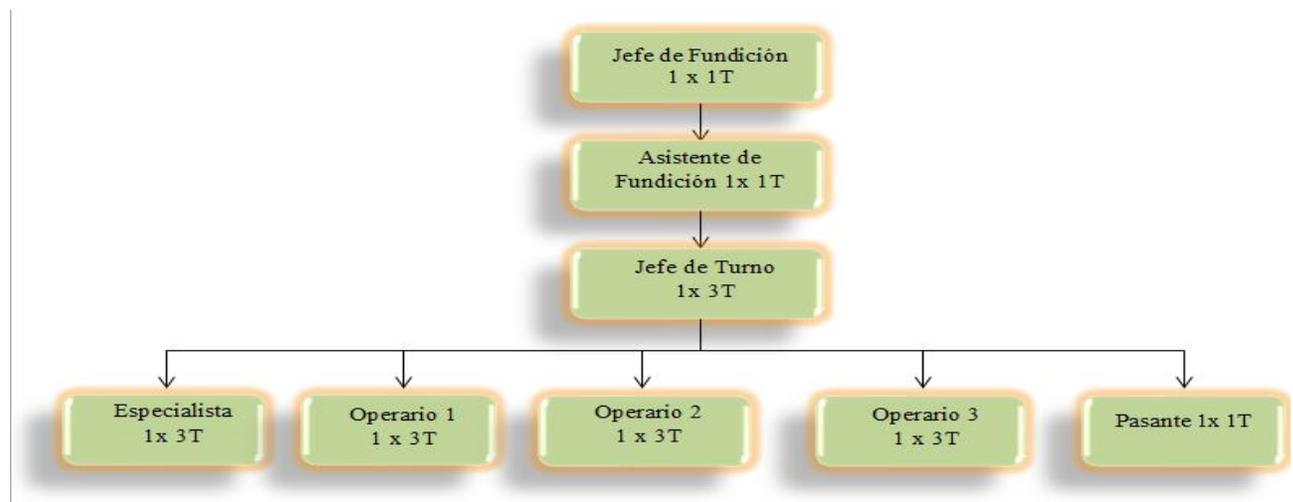


Culminado el proceso de homogeneizado cada uno de los lotes de billets son revisados para determinar si poseen la características pertinentes para el proceso de extrusión, esto se lo realiza mediante la utilización del espectrómetro.

10.1.7 Personal que labora en el área de fundición

El personal que labora en el área de fundición está compuesto por un total de 19 personas cada una tiene una función que realizar dentro de los procesos ya antes descritos. Para tener claro véase la figura 17 que presenta el organigrama del área de fundición que cuenta la planta Cedal S.A.

Figura 17: Organigrama del Área de Fundición



Fuente: Autor

Detalle individual de los puestos de trabajo

Tabla 3: Detalle del cargo de jefe de fundición

Cargo:	Jefe de Fundición
Misión del Cargo:	Planificar, organizar, dirigir y controlar el proceso de Fundición, bajo el cumplimiento de normas y estándares establecidos en la compañía.
Formación Académica:	Ingeniería Industrial, Mecánica, Química o afines.
Responsabilidades del cargo:	
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar el presupuesto anual, mensual y diario de producción en Fundición. • Control de producción de Fundición. • Realizar seguimiento y control de los procesos de Fundición. • Responsable de proyectos especiales asignados por la Gerencia de Planta. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. • Mantener actualizados y documentados los procesos productivos de Fundición para lograr una mejora continua de los mismos. • Elaborar reportes de indicadores de producción. • Generar, implementar y administrar proyectos de mejora. 	

Fuente: Autor

Tabla 4: Detalle del cargo de asistente de fundición

Cargo:	Asistente de Fundición
Misión del Cargo:	Asistir al Jefe de Fundición supervisando el proceso de fundición, análisis de indicadores de producción, y control de costos del área, controlando los materiales, mano de obra, máquinas y métodos de trabajo que se utilicen para un desempeño óptimo en la producción.
Formación Académica:	Ingeniería Industrial, Mecánica, o afines.
Responsabilidades del cargo:	
<ul style="list-style-type: none"> • Planificar y controlar la cantidad de chatarra y materia prima que ingresa a la cámara del horno de fusión y el inventario en patios. • Elaborar informes de producción. • Consolidar, revisar e ingresar al sistema los reportes de producción • Controlar y analizar los reportes de producción • Analizar el costo de producción. • Asignar o distribuir el personal en todos los turnos • Realizar transferencias de billets a extrusión. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. 	

Fuente: Autor

Tabla 5: Detalle del cargo de jefe de turno

Cargo:	Jefe de Turno
Misión del Cargo:	Supervisar las actividades del proceso de fundición, bajo el cumplimiento de normas, estándares e indicadores productivos establecidos. Controlar los materiales, mano de obra, máquinas, métodos de trabajo del proceso a su cargo.
Formación Académica:	Tecnologías Mecánicas, Electromecánicas o afines, ideal Ingeniería Industrial, Mecánica, Electromecánica o afines.
Responsabilidades del cargo:	
<ul style="list-style-type: none"> • Controlar las actividades del turno a su cargo en fundición. • Controlar el funcionamiento de máquinas y equipos de fundición. • Controlar los parámetros del proceso de fundición. • Velar por el buen manejo y cuidado de la maquinaria y equipos de área. • Controlar la dosificación e inventario de los químicos requeridos para la fundición (Magnesio, silicio, tior, argón y nitrógeno). • Controlar la composición química de la aleación programada. • Coordinar y controlar materia prima, insumos y mano de obra. • Controlar y elaborar el reporte de producción, solicitudes de mantenimiento, requisiciones de materiales, entre otros. • Consolidar, revisar e ingresar al sistema los reportes de producción de su turno. • Asignar o distribuir el personal en el turno a su cargo. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. 	

Fuente: Autor

Tabla 6: Detalle del cargo de Especialista

Cargo:	Especialista de Área de Fundición
Misión del Cargo:	Operar el equipo de casting (colado) asegurando la continuidad del proceso y la calidad superficial del producto terminado.
Formación Académica:	Bachiller Técnico en Mecánica Industrial o afines, ideal Tecnología en Mecánica Industrial o afines
Responsabilidades del cargo:	
<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el proceso de colado. • Controlar y verificar las temperaturas de los hornos de Fundición y de los gases de combustión. • Controlar el corte de billets en la sierra volante. • Monitorear la presión de agua en el sistema de enfriamiento. • Monitorear el flujo de aceite para la lubricación de los moldes de colado. • Preparar los moldes y demás elementos para el arranque de la producción. • Realizar los ensayos de composición química del material. • Brindar entrenamiento a los miembros del equipo de trabajo. • Obtener las muestras para análisis espectrométrico. • Estampar el número de lote de producción en cada billet. • Elaborar reporte de producción. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. 	

Fuente: Autor

Tabla 7: Detalle del cargo de Operador I de Fundición

Cargo:	Operador I de Fundición
Misión del Cargo:	Manejo y dosificación de chatarra, aluminio primario y químicos en el horno de Fundición, dentro de los rangos permisibles de acuerdo a las instrucciones impartidas por el Jefe de Turno.
Formación Académica:	Bachiller, ideal Tecnología en Mecánica Industrial o afines.
Responsabilidades del cargo:	
Generales	
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar y trasladar los billets aprobados a las áreas designadas (balanza, extrusión). • Participar en el mantenimiento correctivo y programado. • Realizar actividades de orden y limpieza de su área de trabajo. • Responder del buen estado y operación del montacargas. • Coordinar y realizar trabajos de reemplazo y trabajos grupales para la ejecución de las tareas. • Cuidar que las herramientas a su cargo no sufran daños. • Comunicar desperfectos en el funcionamiento de máquinas y equipos. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. 	
Operación de Montacargas	
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar en el horno de Fundición la chatarra y aleantes de acuerdo a la receta dispuesta en instrucciones del Jefe de Turno. • Realizar las actividades de remoción de escoria en los hornos. • Pesar la escoria y colocar en sitio de almacenaje (lo mismo se realiza con la viruta). • Tomar muestras para análisis espectrométrico. • Colaborar en la preparación y el mantenimiento del horno y sus equipos auxiliares. • Apoyar en la preparación de moldes y equipos para el arranque de producción. • Colocar billets aprobados (calidad) en coches para ingreso al horno de homogenizado. 	
Operación de sierra	
<ul style="list-style-type: none"> • Operar y controlar el proceso de Sierra Loma (corte de billets de aluminio en diferentes medidas). • Manejar báscula para el peso de billets, materia prima, viruta, escoria y otros materiales. 	

Fuente: Autor

Tabla 8: Detalle del cargo de Operador II de Fundición

Cargo:	Operador II de Fundición
Misión del Cargo:	Manejo y dosificación de chatarra, aluminio primario y químicos en el horno de Fundición, dentro de los rangos permisibles de acuerdo a las instrucciones impartidas por el Jefe de Turno.
Formación Académica:	Bachiller, ideal Técnico en Mecánica Industrial o afines
Responsabilidades del cargo:	
Generales	
<ul style="list-style-type: none"> • Participar en el mantenimiento correctivo y programado. • Realizar actividades de orden y limpieza de su área de trabajo. • Coordinar y realizar trabajos de reemplazo y trabajos grupales para la ejecución de las tareas. • Responder del buen estado y operación del montacargas. • Cuidar que las herramientas a su cargo no sufran daños. • Comunicar desperfectos en el funcionamiento de máquinas y equipos. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. 	
Operación de Montacargas	
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar en el horno de Fundición la chatarra y aleantes de acuerdo a la receta dispuesta en instrucciones del Jefe de Turno. • Realizar las actividades de remoción de escoria en los hornos. • Pesar la escoria y colocar en sitio de almacenaje (lo mismo se realiza con la viruta). • Tomar muestras para análisis espectrométrico. • Colaborar en la preparación y el mantenimiento del horno y sus equipos auxiliares. • Apoyar en la preparación de moldes y equipos para el arranque de producción. • Colocar billets aprobados (calidad) en coches para ingreso al horno de homogenizado. 	
Operación de Sierra	
<ul style="list-style-type: none"> • Operación y control de la Sierra Loma (corte de billets de aluminio en diferentes medidas) • Manejo de báscula para el peso de billets, materia prima, viruta, escoria y otros materiales. 	
Cargador de Chatarra	
<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar químicos (silicio, magnesio) en horno de fundición. • Realizar actividades de remoción de escoria en el horno con la ayuda de palas manuales. • Pesar de todo el material (chatarras) que ingresan al horno de fundición. • Verificar el nivel de aluminio en el horno. • Colocar soporte y separadores para el almacenamiento de los billets. • Colaborar en la preparación y mantenimiento del horno y sus equipos auxiliares. 	

Fuente: Autor

Tabla 9: Detalle del cargo de Operador III de Fundición

Cargo:	Operador III de Fundición
Misión del Cargo:	Manejo y dosificación de chatarra, aluminio primario y químicos en el horno de Fundición, dentro de los rangos permisibles de acuerdo a las instrucciones impartidas por el Jefe de Turno.
Formación Académica:	Bachiller, ideal Técnico en Mecánica Industrial o afines.
<p>Responsabilidades del cargo:</p> <p>Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responder del buen estado y operación del montacargas. • Participar en el mantenimiento correctivo y programado. • Realizar actividades de orden y limpieza de su área de trabajo. • Coordinar y realizar trabajos de reemplazo y trabajos grupales para la ejecución de las tareas. • Cuidar que las herramientas a su cargo no sufran daños. • Comunicar desperfectos en el funcionamiento de máquinas y equipos. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. <p>Operación de Sierra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operar y controlar la Sierra Loma (corte de billets de aluminio en diferentes medidas) • Clasificar y trasladar los billets aprobados a las áreas designadas (balanza, extrusión). • Manejar la báscula para el peso de billets, materia prima, viruta, escoria y otros materiales. <p>Cargador de Chatarra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicionar químicos (silicio, magnesio) en horno de fundición. • Realizar actividades de remoción de escoria en el horno con la ayuda de palas manuales. • Pesar todo el material (chatarras) que ingresan al horno de fundición. • Verificar el nivel de aluminio en el horno. • Colocar los soportes y separadores para el almacenamiento de los billets. • Colaborar en la preparación y mantenimiento del horno y sus equipos auxiliares. <p>Operación de Compactadora de viruta de aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de compactadora de aluminio (nivel de aceite, fugas, ruidos, extraños, etc.) • Alimentación en la tolva de la maquina con viruta de aluminio. • Transporte de la viruta al área de trabajo. 	

Fuente: Autor

Tabla 10: Detalle del cargo de Pasante

Cargo:	Pasante
Misión del Cargo:	Operación de dispositivo cargador del horno de fundición. Operación de la sierra Loma”.
Formación Académica:	Bachiller o cursando últimos años de secundaria
Responsabilidades del cargo:	
Generales	
<ul style="list-style-type: none"> • Participar en el mantenimiento correctivo y programado. • Realizar actividades de orden y limpieza de su área de trabajo. • Coordinar y realizar trabajos de reemplazo y trabajos grupales para la ejecución de las tareas. • Cuidar que las herramientas a su cargo no sufran daños. • Comunicar desperfectos en el funcionamiento de máquinas y equipos. • Cumplir con las políticas corporativas vigentes. • Cumplir con las demás funciones y responsabilidades compatibles con su actividad y que le sean asignadas por sus superiores. • Cumplir los métodos del Sistema de Gestión de Calidad, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Ambiente en los procedimientos donde tome parte. 	
Operación de Sierra	
<ul style="list-style-type: none"> • Dar soporte en la operación y controlar la Sierra Loma (corte de billets de aluminio en diferentes medidas) • Apoyar en la clasificación y traslado de los billets aprobados a las áreas designadas (balanza, extrusión). • Ayudar en el manejo de la báscula para el peso de billets, materia prima, viruta, escoria y otros materiales. 	
Operación de Compactadora de viruta de aluminio	
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar la compactadora de aluminio (nivel de aceite, fugas, ruidos, extraños, etc.) • Dar soporte para la alimentación en la tolva de la maquina con viruta de aluminio. • Ayudar en el transporte de la viruta al área de trabajo. 	

Fuente: Autor

Nota 1: todos los trabajadores del área de Fundición deben Cumplir y hacer cumplir los métodos del Sistema de Gestión de Calidad, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Ambiente en los procedimientos donde tome parte.

Nota 2: Un Operador I, II, III podrán realizar actividades de conducción de montacargas para movilización de materiales, materias primas e insumos, para lo cual deberá aprobar el curso de manejo seguro de montacargas.

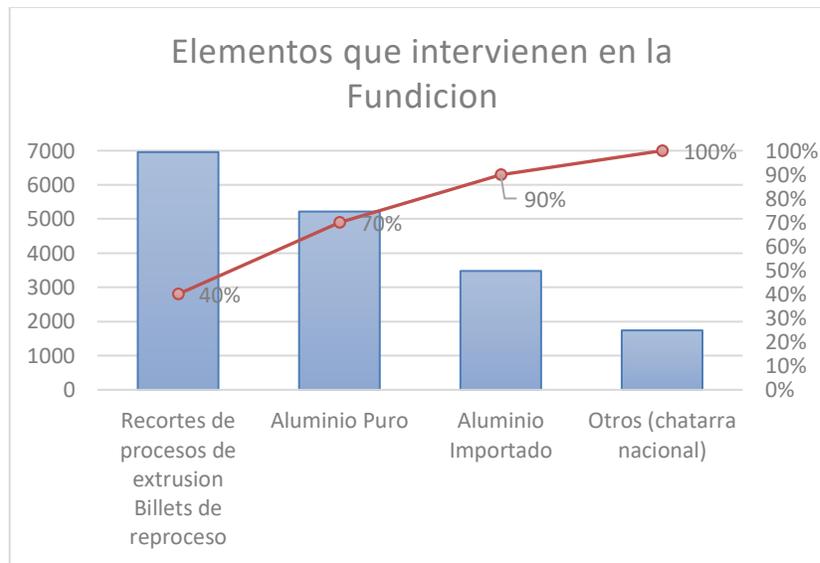
Nota 3: El jefe de producción y su asistente desarrollan la mayor parte de sus tareas en Planta, con moderadas posibilidades de accidentarse. Las funciones del cargo requieren pocos desplazamientos o movilizaciones fuera de la organización. Existe exposición moderada a altas temperaturas, ruido y gases.

Nota 4: El jefe de turno, el especialista, los operarios 1, 2,3 y el pasante desarrollan la mayor parte de sus tareas en Planta, con altas posibilidades de accidentarse. Las funciones del cargo no requieren desplazamientos o movilizaciones fuera de la organización. Existe exposición permanente a altas temperaturas, ruido y gases.

10.2 Análisis de la materia prima que ingresa al horno de fundición

Los elementos presentados en la figura 18 son los más utilizados en el proceso de fundición y como se ve en el diagrama de Pareto existe un mayor porcentaje de utilización de los billets en reproceso siendo uno de los grandes factores a controlar.

Figura 18: Elementos que intervienen en la fundición del aluminio



Fuente: Manual del Aluminio

Por ejemplo en un turno de trabajo se consume un promedio de 17395 kg de chatarra de aluminio, la siguiente tabla 11 muestra en forma detallada las cantidades que han sido ingresadas al horno de fundición.

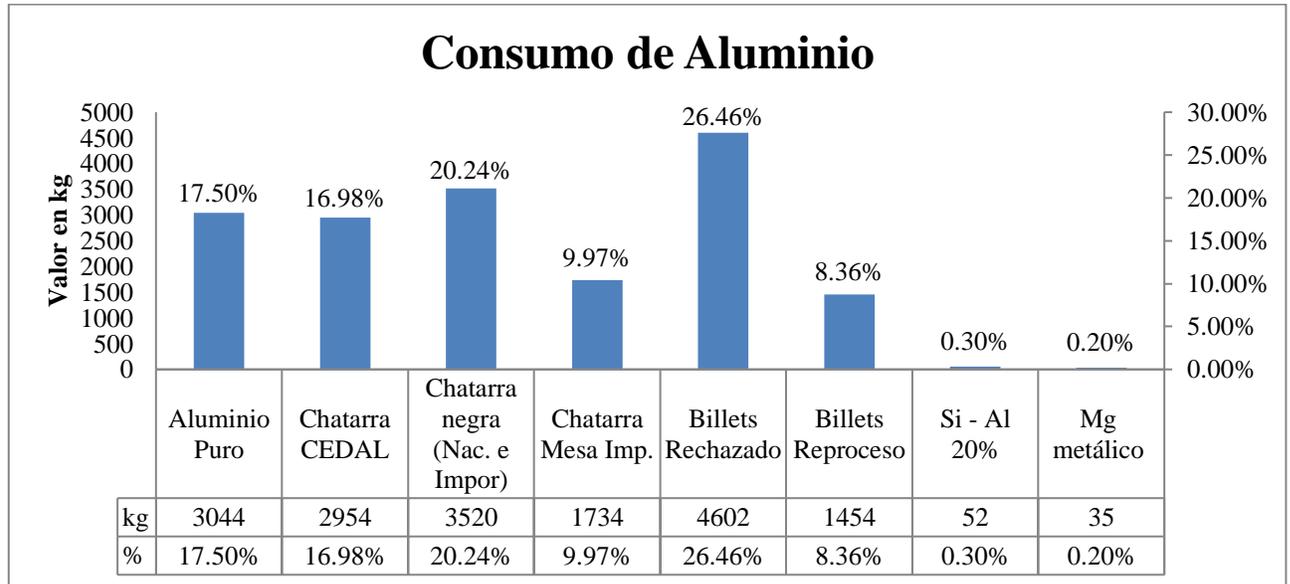
Tabla 11: Cantidades de los componentes ingresados al horno

Componente	Peso (kg)	Porcentaje
Aluminio Puro	3044	17,50%
Chatarra CEDAL	2954	16,98%
Chatarra negra (Nac. e Impor)	3520	20,24%
Chatarra Mesa Imp.	1734	9,97%
Billets Rechazados	4602	26,46%
Billets Reproceso	1454	8,36%
Si - Al 20%	52	0,30%
Mg metálico	35	0,20%

Fuente: Planta Cedral S.A.

Estos valores pueden ir variando de acuerdo a la necesidad que se tenga y a la calidad de billets que necesite la empresa.

Figura 19: Consumo de Aluminio



Fuente: Autor

Como se puede observar en las figuras 18 y 19 que los billets son uno de los puntos más elevados dentro del consumo de chatarra, dando a entender que existe un grave problema con ellos, a continuación, veremos los problemas que llegan a presentar los billets.

10.2.1 Defectos que se presentan en los billets

Porosidad por causa de gases

El hidrogeno es uno de los gases que repercuten en la fundición del aluminio debido a que si no es controlado este tiende a producir una porosidad excesiva en los billets de aluminio véase figura 20. La solubilidad del hidrógeno en el aluminio sólido es prácticamente nula. Sin embargo la misma crece abruptamente a valores entre 0.5 y 1.2 cc/100gr Al a temperaturas de 660 °C y 800 ° C, respectivamente en tiempos breves Esta diferencia de solubilidad entre el líquido y el sólido es responsable de la sobresaturación del hidrógeno durante la solidificación, precipitando en forma molecular y dando lugar a la formación de poros de diverso tamaño. La formación de poros por segregación de hidrógeno también puede ocurrir durante procesos de tratamientos térmicos o termomecánicos a alta temperatura, dando lugar a la porosidad secundaria. (Forcato, 2016)

Los factores que interfieren en la aparición del hidrógeno en la colada son: la composición de la aleación que ha sido utilizada dentro del proceso, la velocidad de solidificación de los billets y uso del producto final de la colada.

Una forma eficiente de disminuir la presencia del hidrógeno en el aluminio fundido es la inyección de gases nobles (argón o/y nitrógeno) dentro de la mezcla atrapando al hidrógeno dentro de unas burbujas que son separadas de la colada al llegar a la superficie.

Figura 20: Porosidad en piezas de aluminio



Fuente: <http://www.palmermfg.com>

Bolsas de gas

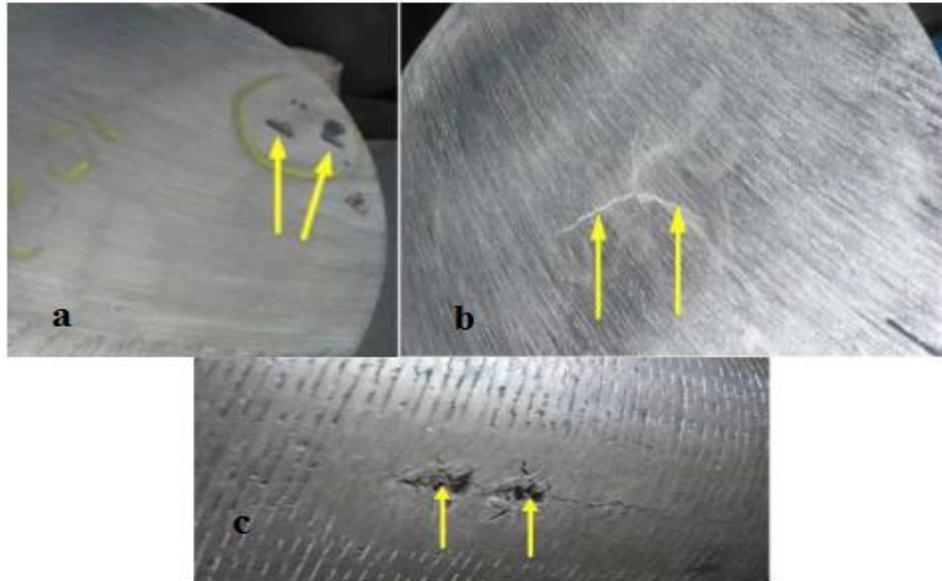
Son burbujas que han sido producidas, al momento del vaciado de la colada en los moldes, estas burbujas producen un atrapamiento y la contención de gases, estas bolsas de gas también son producidas por elementos ajenos a la mezcla como son residuos de aceite lubricante o incluso por la presencia de humedad. (Loizaga, Sertucha, & Suárez, 2008)

Escorias, Fisuras internas y grietas

Las escorias son materiales extraños presentes en la fundición del aluminio, y que no han logrado ser retirados de la colada, así que son vertidos juntos en el molde provocando que los billets presenten una mala apariencia en su acabado final véase figura 21a

Las fisuras internas se producen por una inadecuada inyección de argón en el equipo de degasificación de la colada, presentando un mal acabado de los billets véase figura 21b.

Las grietas son producidas al momento del enfriamiento eso debido a un manejo tosco durante el proceso produciendo un choque térmico, deformando a la pieza como se ve en la figura 21c.

Figura 21: Defectos en billets

Fuente: Planta Cedal S.A.

10.2.2 Análisis del Costo de Adquisición de chatarra de aluminio

En la planta de fundición de Cedal, se consume la chatarra tanto de proveedores nacionales como de carácter internacional, también se utiliza los residuos que han salido de las demás áreas pertenecientes a la planta. Estos tipos de chatarra se deben ir colocando en niveles de primera, segunda y tercera clase, debido a que el aluminio puro se encuentra en un porcentaje elevado de 99.7% de pureza y los demás ya poseen un cierto porcentaje de impurezas que baja la calidad del producto.

Entre los proveedores tenemos véase la siguiente tabla 12:

Tabla 12: Proveedores de chatarra

PROVEEDORES NACIONALES	PROVEEDORES INTERNACIONALES
RECYNTER S.A.	ALCICLA (Venezuela)
	ALUMINIOS PANAMÁ
	ALUMINIOS COSTA RICA
RIMESA S.A	FURUKAWA (Perú)
	NUTEC AMERICA INC.
	REMANET (Chile)

Fuente: Planta Cedal S.A.

Todos estos proveedores se encargan de abastecer a la planta de chatarra, sin embargo, todos los meses dependerá del consumo de fundición que se haya programado con anterioridad para realizar un pedido a cada proveedor, debido a que cada mes no será igual al anterior por ejemplo tenemos los siguientes consumos de los siguientes meses (véase tabla 13):

Tabla 13: Consumo de Chatarra

MES	Tm PROCESADOS
OCTUBRE	1132,136
NOVIEMBRE	840,974
DICIEMBRE	905,814
TOTAL	2878,924

Fuente: Planta Cedal S.A.

10.2.2.1. Determinación del precio del aluminio

Para determinar el costo del precio del aluminio se debe regir a la bolsa de metales de Londres o también conocida como (LME) por sus siglas en ingles de London Metal Exchange que es una entidad que viene funcionando desde hace más de 130 años que ofrece a los fabricantes, comerciantes y consumidores una base de datos sobre la variación de precios de los metales no ferrosos, acero y otros para que en el intercambio de estos productos no haya riesgo de inversión, logrando con ello que los precios se estandaricen. (León, 2017)

Para poder realizar un análisis de del costo del aluminio que ingresa a Cedal, se tendrá en consideración los valores otorgados por el LME y se lo hará coincidir para los meses que se ha colocado en la tabla 14 realizando un promedio de los costos generados en aquellos meses.

Tabla 14: Coste del Aluminio (LME)

TABLA DE VALORES LME DEL ALUMINIO					
OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
Fecha	valor \$/Tm	Fecha	valor \$/Tm	Fecha	valor \$/Tm
01/10/2018	2047	01/11/2018	1959	03/12/2018	1982
02/10/2018	2079,5	02/11/2018	1966,5	04/12/2018	1984,5
03/10/2018	2166	05/11/2018	1958	05/12/2018	1966
04/10/2018	2243	06/11/2018	1948	06/12/2018	1943
05/10/2018	2139,5	07/11/2018	1950,5	07/12/2018	1961
08/10/2018	2073	08/11/2018	1975	10/12/2018	1950
09/10/2018	2031	09/11/2018	1963,5	11/12/2018	1949
10/10/2018	2028	12/11/2018	1933	12/12/2018	1927
11/10/2018	2023,5	13/11/2018	1924,5	13/12/2018	1923
12/10/2018	2044,5	14/11/2018	1930	14/12/2018	1907
15/10/2018	2027,5	15/11/2018	1916	17/12/2018	1937
16/10/2018	2021	16/11/2018	1913,5	18/12/2018	1939
17/10/2018	2017,5	19/11/2018	1917,5	19/12/2018	1927
18/10/2018	2007	20/11/2018	1926	20/12/2018	1922,5
19/10/2018	2022	21/11/2018	1944	21/12/2018	1919
22/10/2018	2002	22/11/2018	1941	24/12/2018	1898
23/10/2018	1996	23/11/2018	1922	27/12/2018	1897
24/10/2018	1987	26/11/2018	1918	28/12/2018	1880
25/10/2018	1980	27/11/2018	1924,5	31/12/2018	1868,5
26/10/2018	1960	28/11/2018	1911,5		
29/10/2018	1980	29/11/2018	1931		
30/10/2018	1951	30/11/2018	1934,5		
31/10/2018	1945,5				
LME Promedio	2033,54		1936,70		1930,55
Max	2243		1975		1984,5
Min	1945,5		1911,5		1868,5

Fuente: London Metal Exchange (2018).

Los valores promedios calculados sirven, como el valor mínimo de renegociación entre el proveedor y el consumidor, debido a que existen valores de porcentaje a las clases de chatarra que se consume en la planta y en los centros especializados en la comercialización del aluminio alrededor del mundo. Por lo tanto, se tiene los siguientes datos a tener en cuenta:

- El aluminio primario o puro que viene al 99,7% le corresponde el valor promedio trazado por el LME + un coste adicional o valor premium.
- A la chatarra de primera clase: le corresponde un 92% del valor promedio calculado por el LME
- A la chatarra de segunda clase: le corresponde un 88% del valor promedio calculado por el LME
- A la chatarra de primera clase: le corresponde un 82% del valor promedio calculado por el LME

Estos porcentajes están incluyendo el Cost and Freight (CFR), término utilizado en comercio internacional y que significa coste y flete. Por lo tanto esos valores vienen incluidos desde el lugar de compra hasta el puerto de Guayaquil.

Resumiendo, los valores obtenidos del LME se obtiene la siguiente tabla 15 con los valores promedios del aluminio.

Tabla 15: Valores promedios del LME

MES	VALOR PROMEDIO USD/Tm
Octubre	2033,54
Noviembre	1936,70
Diciembre	1930,55

Fuente: London Metal Exchange (2018).

En la siguiente tabla 16 se aplica los valores obtenidos de renegociación del aluminio puro y de las clases de chatarra que la planta adquiere de importación.

Tabla 16: Costo del aluminio de importación

COSTO DE ALUMINIO POR IMPORTACIÓN				
% DE NEGOCIACIÓN		OCTUBRE \$/Tm	NOVIEMBRE \$/Tm	DICIEMBRE \$/Tm
Aluminio 99,7%	\$ 150,00	2183,54	2086,70	2080,55
Chatarra 1ra clase	92%	1870,86	1781,76818	1776,11
Chatarra 2da clase	88%	1789,52	1704,3	1698,89
Chatarra 3ra clase	82%	1667,51	1588,10	1583,05

Fuente: London Metal Exchange (2018).

Los valores obtenidos en la tabla anterior corresponden a la mercadería que el exportador envía hacia el puerto de Guayaquil, con los valores de CFR y los demás seguros. Sin embargo, para que la planta se encuentre en la planta se debe cancelar valores de aduana y de transporte, es por eso que se adiciona un valor porcentual del 0,6%. Por lo tanto, quedaría una fórmula:

- Chatarra puesta en la planta Cedal = Costo promedio LME + 0,6% del costo de transporte

Tabla 17: Costo del aluminio en planta Cedal S.A.

COSTO DE ALUMINIO + CFR (0,6%)						
MATERIAL	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	\$/Tm	\$/kg	\$/Tm	\$/kg	\$/Tm	\$/kg
Aluminio 99,7%	2314,56	2,31	2211,91	2,21	2205,39	2,21
Chatarra 1ra clase	1983,11	1,98	1888,67	1,89	1882,67	1,88
Chatarra 2da clase	1896,89	1,90	1806,56	1,81	1800,82	1,80
Chatarra 3ra clase	1767,56	1,77	1683,38	1,68	1678,04	1,68

Fuente: London Metal Exchange (2018).

El costo del aluminio nacional difiere mucho del aluminio importado, debido a eso se requiere de un análisis del costo de la chatarra de aluminio nacional que ingresa a la planta, para aquello se realiza un cálculo con la siguiente formula:

- Costo de la chatarra nacional negra = 90% LME

Entonces se obtiene una tabla 18 con los valores con los que se debe negociar la chatarra negra nacional.

Tabla 18: Costo de la chatarra nacional

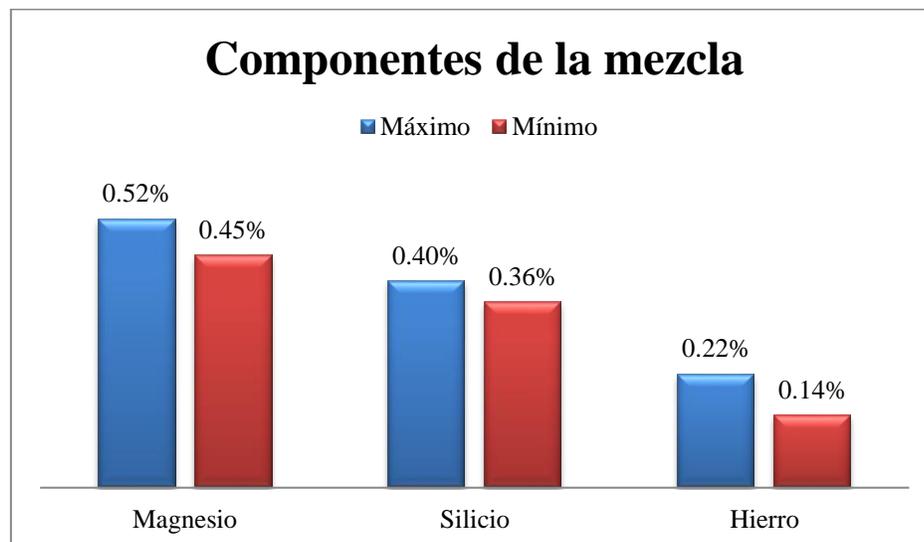
Mes	Valor Promedio. LME (\$/Tm)	90% de negociación (\$/Tm)	Precio \$/kg
octubre	2033,54	1830,19	1,83
noviembre	1936,70	1743,03	1,74
diciembre	1930,55	1737,50	1,74

Fuente: London Metal Exchange (2018).

10.2.2.2. Análisis del Costo en insumos

En el proceso de fundición es necesaria la presencia de las aleaciones de aluminio, para que los billets tengan las características especiales que permitan un adecuado manejo en el proceso de extrusión estos elementos que ingresan poseen un mínimo y un máximo permitido al proceso de fundición véase en la siguiente figura 22 estos valores.

Figura 22: Componentes permitidos



Fuente: Manual del Aluminio

Los componentes químicos también conocidos como “materiales de no receta” forman parte esencial a la hora de la fundición del aluminio, porque con la presencia de estos materiales dentro de la colada, se incrementa los parámetros de calidad de los billets.

A continuación, se detalla los valores de los componentes a ser ingresados, para aquello se utiliza un check list (véase tabla 19) en donde se define tanto el costo unitario como el costo total que representan cada componente.

Tabla 19: Materiales no de receta

Materiales de no receta				
Descripción	Unidad	Precio Unitario USD	Cantidad o unidades requeridas	Costo Total (\$)
Aluminio y Boro (Tibor)	kg	9,25	22	203,5
Silicio de Aluminio	kg	6,06	23	139,38
Magnesio	kg	7,07	35	247,45
Gas argón	kg	6.00	5	30.00
			Subtotal:	620,33

Fuente: Planta Cedal S.A.

10.2.2.3. Análisis del Costo del lingote rechazado y de reproceso

En los procesos productivos dentro de la planta, es factible que se encuentre billets que no han cumplido con los requerimientos que desean las demás áreas para elaborar los subproductos que oferta la empresa, es por ello que los lingotes de aluminio que no hayan pasado las cualidades técnicas requeridas, pasen a un proceso posterior en donde puedan volver hacer utilizados como materia prima de fundición, a este paso se lo conoce como reproceso.

Antes de pasar al reproceso se debe conocer las diferencias que existen entre los lingotes que no presentan las características adecuadas. Véase figura 23

Figura 23: Diferencias entre rechazo y reproceso

Billet rechazado	Billet de reproceso
<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra a la salida del horno de fundición • Presencia de alto contenido de hierro • Deformaciones • No sirve para la extrusión 	<ul style="list-style-type: none"> • Paso el proceso de homogenizado • Cortado • Características inadecuadas para el proceso de extrusión

Fuente: Autor

Los billets de rechazo y de reproceso tienen un coste, el mismo que se debe ir calculando con la carga fabril real generada por la materia prima en la planta de fundición

10.2.2.4. Carga fabril

Son todos los desembolsos que se realizan para producir un producto y que no pueden identificarse directamente con él, por tanto, no pueden asociarse a la materia prima directa ni a la mano de obra directa. (Bartolomeo, 2015)

La Carga Fabril, tiene las siguientes características:

- Está integrada por una gran diversidad de rubros.
- Sus cuentas son heterogéneas.
- Una diversidad de comportamiento ante distintos niveles de producción.
- No es indispensable o conveniente su asociación con el bien producido.
- Debe distribuirse o asignarse a la producción mediante estimaciones.

Para el área de fundición de la planta Cedal S.A. la carga fabril se encuentra establecida por los siguientes elementos véase tabla 20:

Tabla 20: Elementos de la carga fabril

ELEMENTOS
Silicio en piedras
Magnesio
Refinador (tibor)
Desgasificador nitrógeno
Diesel
Energía eléctrica
Gas líquido de petróleo

Fuente: Autor

10.2.2.5. Costo por billets rechazados

Al costo de la carga fabril generada por tonelada métrica se adiciona un porcentaje por reposición de componentes químicos, permitiendo determinar un costo del billet rechazado, véase la siguiente tabla 21 en donde se detalla la carga en los meses en lo que se ha estado calculando.

Tabla 21: Costo de billets rechazados

Mes	Carga fabril generada (\$/Tm)	Costo por billets rechazados (\$/kg)
octubre	101,6	0,10
noviembre	78,9	0,08
diciembre	161,5	0,16

Fuente: Planta Cedal S.A.

10.2.2.6. Costo por billets por reproceso

El costo del billet por reproceso es casi el mismo valor que un billet rechazado, solo que en este caso se incrementa un porcentaje debido a la utilización del horno de homogeneizado y reutilización de componentes químicos. Para aquello véase en la tabla 22

Tabla 22: Costo de billets de reproceso

Mes	Carga fabril generada (\$/Tm)	Costo de billets de reproceso (\$/kg)
octubre	115,6	0,12
noviembre	93,6	0,09
diciembre	164	0,16

Fuente: Planta Cedal S.A.

10.2.2.7. Producción bruta, neta y costo de billets de rechazo.

Para resumir se tiene la siguiente tabla 23 en el cual se va a detallar el consumo de materia prima y que ha generado la producción de billets, esta producción es cataloga como producción bruta, así mismo se detalla la producción de rechazos que se ha generado en los meses que se ha ido realizando este trabajo y finalmente se llega a obtener una producción neta que va a ser la que vaya al siguiente proceso dentro de la empresa como lo es la extrusión y es en donde se va a generar los perfiles que la planta ofrece a sus clientes. Se puede observar un porcentaje elevado de rechazos que van desde el 12% hasta el 16%

Tabla 23: Producción de billets en la planta Cedal S.A.

VARIABLE MES	Producción Bruta (Tm)	Rechazos de Producción		Producción Neta	
		(Tm)	%	(Tm)	%
OCTUBRE	1132,14	137,48	12%	994,65	88%
NOVIEMBRE	840,97	132,18	16%	708,8	84%
DICIEMBRE	905,81	119,32	13%	786,5	87%

Fuente: Planta Cedal S.A.

Los rechazos se deben clasificar en billets por reproceso y en billets rechazados evidenciar en la tabla 24 el porcentaje y su costo equivalente para cada uno de los meses trabajados.

Tabla 24: Costo de Billets por reproceso y rechazo

VARIABLE MES	Rechazos de Producción (Tm)	% de Reproceso	Costo individual USD/Tm	Total \$/Tm	% de Rechazo	Costo individual USD/Tm	Total \$/Tm
OCTUBRE	137.48	87.90%	120	\$14,501.39	12.10%	100	\$1,663.51
NOVIEMBRE	132.18	84.30%	90	\$10,028.50	15.70%	80	\$1,660.18
DICIEMBRE	119.32	86.80%	160	\$16,571.16	13.20%	160	\$2,520.04
TOTAL				\$41,101.05	TOTAL		\$5,843.73

Fuente: Planta Cedal S.A., tabla 22 y autor.

Finalmente se obtiene el costo de materia prima producto del rechazo en el área de fundición, en donde los tres grupos de trabajo han generado un costo elevado de producción, debido a los problemas detallados anteriormente y que también están ligados a su desempeño laboral. El cual se encuentra establecido en un **73%** de rendimiento.

Tabla 25: Valores actuales de billets rechazados

#Grupos de trabajo	MES	Costo de billets rechazados USD/Tm (Reproceso + rechazo)
3 grupos	Octubre	\$16,164.90
3 grupos	Noviembre	\$11,688.68
3 grupos	Diciembre	\$19,091.20

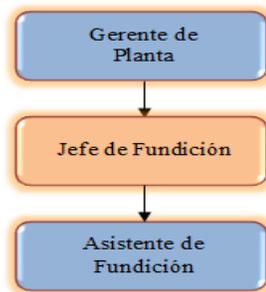
Fuente: Planta Cedal S.A., tabla 24 y autor

Con lo expuesto en la tabla 25 se procede a realizar un análisis de como se esta manejando el tema de la mano de obra dentro del área de fundición.

10.3 Situación Actual de la mano de obra

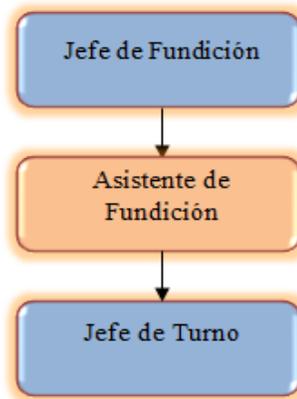
En el área de fundición de la planta Cedal S.A. el personal que labora recibe su remuneración establecida mediante un contrato entre la empresa y el trabajador, en él es donde se detalla la actividad para lo cual se le ha contratado, los horarios a los cuales se debe regir para realizar sus actividades y los beneficios que la empresa le otorga por formar parte de ella. Obviamente los cargos han de variar tanto en la remuneración establecida, así como en el horario en que debe desenvolverse. Para aquello se ira planteado el análisis de la remuneración por puestos de trabajo del área de fundición utilizando el organigrama presentado en la fig. 17.

Jefe de fundición



Al ser este un puesto de alto desempeño que viene ligado desde la gerencia misma, este cargo corresponde a un orden netamente administrativo y por ende que en este estudio no va a ser parte del análisis de remuneración. Solo se encargara de realizar el análisis respectivo de los cargos operativos dentro del área de fundición

Asistente de fundición



Es el primer puesto dentro de los cargos operativos, este cargo ostenta un sueldo de **1200 USD** mensuales, claro está que su horario de trabajo corresponde a 10 horas de trabajo diarias en un horario de 7:00 am a 17:00 pm. Adicionalmente labora en la planta en fines de semana alternados. En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ dias} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$1200/240 = \mathbf{5 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$5 \times 1,25 = \mathbf{6,25 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

$$5 \times 1,50 = \mathbf{7,5 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$5 \times 2 = \mathbf{10 \text{ USD}}$$

Jefe de turno



Es el cargo que se encarga de dirigir al equipo de trabajo, con él se empieza a generar los turnos rotativos con los que cuenta el área, su remuneración establecida es de **800 USD** mensuales, los horarios para este cargo:

- Diurno: de 07:00 am hasta las 15:00 pm
- Vespertino: de 15:00 pm hasta 23:00 pm
- Nocturno: de 23:00 pm hasta las 07:00 am

Este personal labora los 7 días de la semana, y alterna los turnos cada semana.

Para conocer los costos de mano obra correspondientes se lo realizara como en el caso anterior:

En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ días} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$800/240 = \mathbf{3,33 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$3,33 \times 1,25 = \mathbf{4,16 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

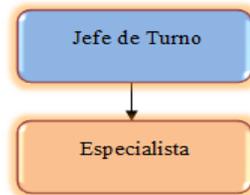
$$3,33 \times 1,50 = \mathbf{4,99 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$3,33 \times 2 = \mathbf{6,66 \text{ USD}}$$

Especialista de Área



Es el cargo que se encarga de realizar el proceso de colado, su remuneración establecida es de **500 USD** mensuales, los horarios para este cargo:

- Diurno: de 07:00 am hasta las 15:00 pm
- Vespertino: de 15:00 pm hasta 23:00 pm
- Nocturno: de 23:00 pm hasta las 07:00 am

Este personal labora los 7 días de la semana, y alterna los turnos cada semana.

Para conocer los costos de mano obra correspondientes se lo realizara como en el caso anterior:

En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ días} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$500/240 = \mathbf{2,08 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times x = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$2,08 \times 1,25 = \mathbf{2,60 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

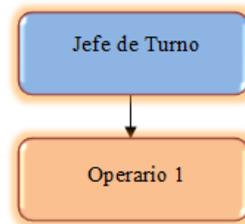
$$2,08 \times 1,50 = \mathbf{3,12 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$2,08 \times 2 = \mathbf{4,16 \text{ USD}}$$

Operario 1 de fundición



Es el cargo que se encarga de realizar el proceso de traslado con el montacargas y la operación de la sierra loma, su remuneración establecida es de **450 USD** mensuales, los horarios para este cargo:

- Diurno: de 07:00 am hasta las 15:00 pm
- Vespertino: de 15:00 pm hasta 23:00 pm
- Nocturno: de 23:00 pm hasta las 07:00 am

Este personal labora los 7 días de la semana, y alterna los turnos cada semana.

Para conocer los costos de mano obra correspondientes se lo realizara como en el caso anterior:

En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ días} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$450/240 = \mathbf{1,88 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$1,88 \times 1,25 = \mathbf{2,35 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

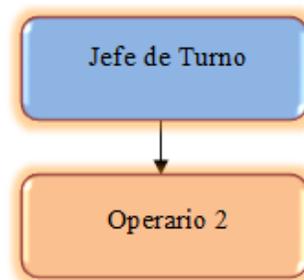
$$1,88 \times 1,50 = \mathbf{2,82 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$1,88 \times 2 = \mathbf{3,76 \text{ USD}}$$

Operario 2 de fundición



Es el cargo que se encarga de realizar el proceso de traslado con el montacargas, la operación de la sierra loma y el encargado de cargar la chatarra su remuneración establecida es de **420 USD** mensuales, los horarios para este cargo:

- Diurno: de 07:00 am hasta las 15:00 pm
- Vespertino: de 15:00 pm hasta 23:00 pm
- Nocturno: de 23:00 pm hasta las 07:00 am

Este personal labora los 7 días de la semana, y alterna los turnos cada semana.

Para conocer los costos de mano obra correspondientes se lo realizara como en el caso anterior:

En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ dias} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$420/240 = \mathbf{1,75 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$1,75 \times 1,25 = \mathbf{2,19 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

$$1,75 \times 1,50 = \mathbf{2,63 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$1,75 \times 2 = \mathbf{3,5 \text{ USD}}$$

Operario 3 de fundición



Es el cargo que se encarga de realizar el proceso de traslado con el montacargas, la operación de la sierra loma, cargar la chatarra y la operación de la compactadora de viruta de aluminio su remuneración establecida es de **400 USD** mensuales, los horarios para este cargo:

- Diurno: de 07:00 am hasta las 15:00 pm
- Vespertino: de 15:00 pm hasta 23:00 pm
- Nocturno: de 23:00 pm hasta las 07:00 am

Este personal labora los 7 días de la semana, y alterna los turnos cada semana.

Para conocer los costos de mano obra correspondientes se lo realizara como en el caso anterior:

En primer lugar se calcula el valor de la hora ordinaria, utilizando la ecuación (5) teniendo:

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} = \frac{\text{sueldo mensual}}{30 \text{ dias} \times 8 \text{ horas}} = \text{Costo hora}$$

$$400/240 = \mathbf{1,67 \text{ USD}}$$

Cálculo del valor de recargo nocturno es de un 25% de la hora ordinaria calculada ecuación (6)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,25 \times = \text{Valor hora extra al 25\%}$$

$$1,67 \times 1,25 = \mathbf{2,09 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 50% ecuación (7)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 1,5 = \text{Valor hora extra al 50\%}$$

$$1,67 \times 1,50 = \mathbf{2,51 \text{ USD}}$$

Calculo de la hora extraordinaria al 100% ecuación (8)

$$\frac{\text{Sueldo mensual}}{240} \times 2 = \text{Valor hora extra al 100\%}$$

$$1,67 \times 2 = \mathbf{3,34 \text{ USD}}$$

10.3.1 Costo de la mano de obra en el área de fundición

El costo de la mano de obra en el área de fundición de la planta Cedal S.A. viene dado por la suma de las remuneraciones de todo el personal que labora en esta área por lo que se tiene los siguientes valores correspondientes véase tabla 26

Tabla 26: Costo de la mano de Obras

Cargo	N° de Trabajadores	Sueldo USD	Total USD
Asistente de Fundición	1 x 1T	1200	1200
Jefe de Turno	1 x 3T	800	2400
Especialista	1 x 3T	500	1500
Operario 1 de Fundición	1 x 3T	450	1350
Operario 2 de Fundición	1 x 3T	420	1260
Operario 3 de Fundición	1 x 3T	400	1200
Total			8910

Fuente: Autor

El valor de **8910 USD** representa a un valor promedio del costo de mano de obra en nómina es decir costo bruto, sin realizar el descuento por concepto de aportación al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) correspondiente al área de fundición.

10.3.2 Costo de aportación de los trabajadores al IESS

Los empleados que presten sus servicios a entidades públicas y privadas en el Ecuador deben estar afiliados desde el primer día de labores al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, el porcentaje que cada empleado aporta al IESS es de un 9,45% de su remuneración mensual.

Es por eso que se presenta la siguiente tabla 27 con los valores a cancelar de cada trabajador del área de fundición de la planta Cedal S.A.

Tabla 27: Aportación al IESS

Cargo	Sueldo Bruto USD	Aportación al IESS 9,45% USD	Sueldo Neto USD
Asistente de Fundición	1200	113,4	1086,6
Jefe de Turno	800	75,6	724,4
Especialista	500	47,25	452,75
Operario 1 de Fundición	450	42,525	407,475
Operario 2 de Fundición	420	39,69	380,31
Operario 3 de Fundición	400	37,8	362,2

Fuente: Autor

10.3.3 Costos adicionales de la mano de obra

Entre los costos adicionales dentro del área de fundición de la planta Cedal S.A. se encuentran:

Beneficios sociales: (Fondos de Reserva, décimo tercer, décimo cuarto, vacaciones, 11,05% IESS patronal, etc.)

Otros Beneficios: (Subsidio comedor, Subsidio de transporte, Agasajos, etc.)

Capacitaciones: Son las que se han dictado al personal a lo largo del año estas pueden ser en temas de Salud, Seguridad y Salud ocupacional, etc.

Indemnizaciones: cuando se procede a la cancelación o retiro de algún miembro del personal

Ropa y Útiles de trabajo: correspondiente a uniformes, calzado y los EPP'S que deben ocupar los miembros del área de fundición.

A continuación, véase en la tabla 28.

Tabla 28: Costos Adicionales

Grupo	Promedio Mensual USD
BENEFICIOS SOCIALES	4.185
OTROS BENEFICIOS	1.108
CAPACITACION	985
INDEMNIZACIONES	266
ROPA Y UT.TRABAJO	831
TOTAL	7.375

Fuente: Planta Cedal S.A.

Por lo tanto, en el área de fundición se obtiene los siguientes valores por concepto de mano de obra véase la tabla 29:

Tabla 29: Costo Parcial por concepto de Mano de Obra

Concepto	Monto USD
Mano de Obra	8910
Costos Adicionales	7375
TOTAL	16.285

Fuente: Autor y Planta Cedal S.A.

El valor obtenido de **16 285 USD**, es un valor parcial en el cual no está incluido los valores por concepto de horas extras.

10.3.4 Análisis de las horas extras en el área de fundición

Para realizar el análisis de las horas extras que han realizado los trabajadores del área de fundición se tendrá en cuenta los datos del calendario de turno que se presenta en el Anexo 1, para aquello se dispondrá de las horas extras realizadas en el mes de Octubre por cada grupo de trabajo en el área de fundición, también se obtendrá el valor del recargo por horario nocturno véase en el anexo 2.

Tabla 30: Costo de Horas extras y recargos nocturnos

Mes Octubre			
Grupo de trabajo	# horas con recargo 25%	# horas extras 100%	Total a Pagar USD
Grupo 1	66	64	2254,62
Grupo 2	63	64	2214,45
Grupo 3	70	50	2008,3
Total			6477,37

Fuente: Autor y Planta Cedal S.A.

En la tabla 30 se puede notar el valor a cancelar a cada grupo de trabajo por concepto de horas extras realizadas en los días que les corresponden a descanso y a días feriados, adicionalmente se le suman los valores a cada grupo que ha realizado su trabajo en los horarios nocturnos correspondientes al turno establecido.

En resumen, se tiene el costo por mano de obra en promedio del mes de octubre del 2018, mes que se ha tomado como referencia de estudio. A continuación, véase en la tabla 31 el detalle de los valores intervenidos en la mano de obra del mes de octubre.

Tabla 31: Costo Total de Mano de Obra

Concepto	Monto USD
Mano de Obra	8910,00
Horas Extras	6477,37
Costos Adicionales	7375,00
TOTAL	\$22.762,37

Fuente: Autor y Planta Cedal S.A.

10.4 Propuesta de contratación de un nuevo grupo de trabajo.

Para esta propuesta se pretende realizar la contratación de un nuevo personal operativo, que realice las mismas funciones que un grupo antiguo de trabajo, con la excepción de que no serán remunerados de la misma manera debido a que deben tener un tiempo de aprendizaje, para lograr obtener mayor experiencia y la correcta manipulación de los procesos que se realizan en el área de fundición, por lo cual se procedería a contratar los siguientes cargos:

Jefe de fundición con un sueldo mensual de 700 USD

Especialista de colada: con 450 USD

3 operarios de fundición: 400 USD cada uno

Es por eso que por concepto de sueldos quedaría de la siguiente manera véase tabla 32.

Tabla 32: Sueldos del nuevo personal

Cargo	N° de Trabajadores	Sueldo USD	Sueldo Nuevo Personal USD	Total USD
Asistente de Fundición	1 x 1T	1200	---	1200
Jefe de Turno	1 x 3T	2400	700	3100
Especialista	1 x 3T	1500	450	1950
Operario 1 de Fundición	1 x 3T	1350	---	1350
Operario 2 de Fundición	1 x 3T	1260	---	1260
Operario 3 de Fundición	1 x 3T	1200	1200	2400
Total				11.260

Fuente: Autor y Planta Cedral S.A.

Los costos acerca de los conceptos adicionales también deben incluirse para poder ir observando cuanto es el incremento que ha generado la inclusión del nuevo personal.

Para aquello se toma los datos de la siguiente tabla 33.

Tabla 33: Costos adicionales aplicado al nuevo personal

Grupo	Promedio Mensual Actual USD	Promedio Individual USD	Aplicado Al nuevo Personal	Total Promedio
BENEFICIOS SOCIALES	4.185	261,56	1307,8	5492,8
OTROS BENEFICIOS	1.108	69,25	346,25	1454,25
CAPACITACION	985	61,56	307,8	1292,8
INDEMNIZACIONES	266	16,63	83,15	349,15
ROPA Y UT.TRABAJO	831	51,94	259,7	1090,7
			TOTAL	9679,7

Fuente: Autor y Planta Cedal S.A.

Por lo tanto, en el área de fundición se obtiene los siguientes valores parciales por concepto de mano de obra véase la tabla 34

Tabla 34: Costo parcial de mano de obra para el nuevo personal

Concepto	Monto USD
Mano de Obra	11260
Costos Adicionales	9676,7
TOTAL	20936,7

Fuente: Autor.

El valor obtenido de **20936,7USD**, es un valor parcial en el cual no están incluidos los valores por concepto de horas extras.

10.4.1 Análisis de horas extras del nuevo personal

Para este análisis se utiliza un nuevo formato de horario de turnos véase en el anexo 3, en donde para equilibrar el personal con experiencia con el personal recién contratado, se utiliza la siguiente distribución de grupos véase en la figura 24 donde (A) corresponde al personal antiguo y (N) es el personal nuevo.

Figura 24: Distribución de grupos

Fuente: Autor

En la tabla 35 se ha recopilado la información correspondiente a las horas extras del mes de octubre que se realizarían en el área de fundición, esto debido a que en el mes existe un día de feriado perteneciente al 9 de octubre. La tabla también refleja las horas con recargo que realizaría cada grupo, el detalle se puede observar en el anexo 4.

Tabla 35: Costo de horas extras y de cargos nocturnos

Mes Octubre			
Grupo de trabajo	# horas con recargo 25%	# horas extras 100%	Total a Pagar USD
Grupo 1	70	8	1108,66
Grupo 2	70	0	937,3
Grupo 3	63	8	1014,93
Grupo 4	66	8	981,18
Total			4042,07

Fuente: Autor

En resumen, se tiene el costo por mano de obra en promedio del mes de octubre del 2018, mes que se ha tomado como referencia de estudio. A continuación, véase en la tabla 36 el detalle de los

valores intervenidos en la mano de obra del mes en cuestión con los valores generados con la inclusión de un nuevo grupo de trabajo.

Tabla 36: Costo Total de Mano de Obra con nuevo personal

Concepto	Monto USD
Mano de Obra	11260,00
Horas Extras	4042,07
Costos Adicionales	9676,70
TOTAL	24978,77

Fuente: Autor y Planta Cedral S.A.

10.4.2 Comparación de la situación actual con la propuesta realizada

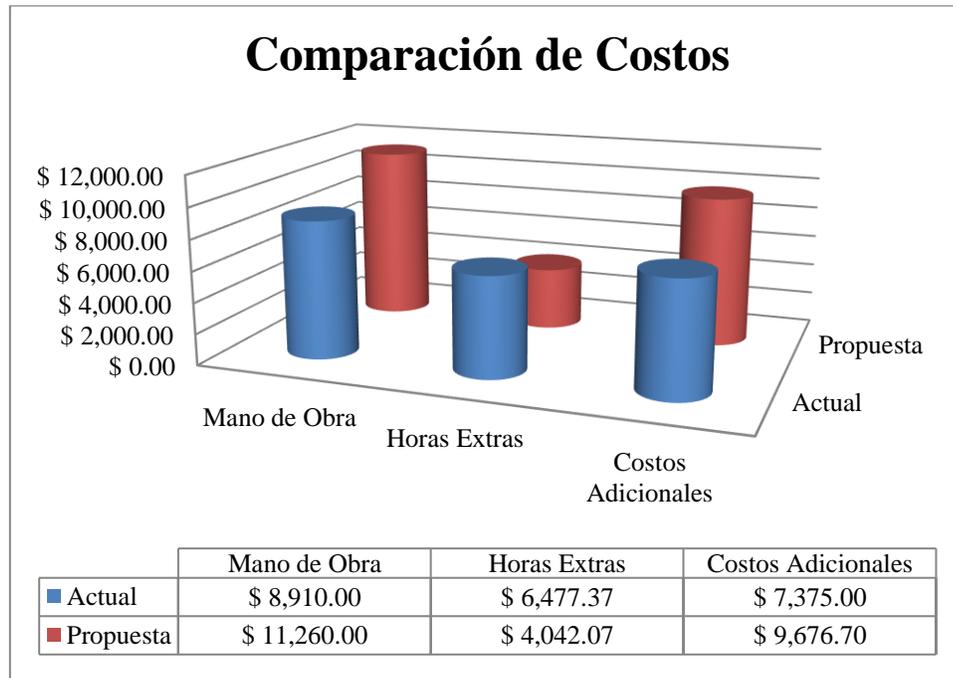
A continuación se procede a comparar los valores obtenidos tanto de la situación actual, así como de la propuesta que se ha establecido, en donde se establece que valores han sufrido cambios y el porcentaje de ellos. Para aquello véase la tabla 36.

Tabla 37: Comparación de los vales actuales con los valores propuestos.

Componentes	Actual	Propuesta	Diferencia	%
Mano de Obra	\$ 8.910,00	\$ 11.260,00	\$ 2.350,00	26,37%
Horas Extras	\$ 6.477,37	\$ 4.042,07	-\$ 2.435,30	-37,60%
Costos Adicionales	\$ 7.375,00	\$ 9.676,70	\$ 2.301,70	31,21%
TOTAL	\$ 22.762,37	\$ 24.978,77	\$ 2.216,40	9,74%

Fuente: Autor y Planta Cedral S.A.

Como se puede observar en la figura 25 se ha logrado reducir el costo de mano de obra con la implementación de un cuarto grupo de trabajo, sin embargo esta contratación ha generado un incremento en los demás componentes de la mano de obra.

Figura 25: Comparación de los dos escenarios estudiados.

Fuente: Autor y Planta Cedral S.A.

10.4.3 Análisis de costos de materia prima con la integración del cuarto grupo de trabajo.

Al insertar un grupo más de trabajo el personal, puede descansar el tiempo necesario logrando así el desempeñarse de una mejor manera dentro de su área de trabajo, consiguiendo con ello un incremento de su rendimiento del 73% a 80%. Produciendo un decrecimiento en el porcentaje de billets rechazados e incrementando la producción neta.

Tabla 38: Situación actual vs Situación Propuesta (Producción)

Producción Bruta (Tm)	Billets Rechazados				Producción Neta			
	Situación Actual		Situación Propuesta		Situación Actual		Situación Propuesta	
	(Tm)	%	(Tm)	%	(Tm)	%	(Tm)	%
1132.14	137.48	12%	109.984	10%	994.65	88%	1022.156	90%
840.97	132.18	16%	105.744	13%	708.8	84%	735.226	87%
905.81	119.32	13%	95.456	11%	786.5	87%	810.354	89%

Fuente: Autor

Tabla 39: Costo de los rechazos actuales y propuestos

SITUACIÓN ACTUAL CON 3 GRUPOS DE TRABAJO			SITUACIÓN PROPUESTA CON 4 GRUPOS DE TRABAJO		
Rechazos de Producción (Tm)	Total Reproceso \$/Tm	Total Rechazo \$/Tm	Rechazos de Producción (Tm)	Total Reproceso \$/Tm	Total Rechazo \$/Tm
137.48	\$14,501.39	\$1,663.51	109.984	\$11,601.11	\$1,330.81
132.18	\$10,028.50	\$1,660.18	105.744	\$8,022.80	\$1,328.14
119.32	\$16,571.16	\$2,520.04	95.456	\$13,256.93	\$2,016.03
	\$41,101.05	\$5,843.73		\$32,880.84	\$4,674.98

Fuente: Autor, tabla 24.

Se puede observar en la tabla 39 que los billets rechazados han decrecido logrando un ahorro de \$3,232.98 entre los 2 valores de reproceso y de rechazo. Y tal como se observa en la tabla 38 esos valores disminuidos en la producción de billets rechazados, se ha incrementado en los billets de producción neta, los mismos que sirven para el proceso de extrusión, consiguiendo más ganancias para la empresa y obteniendo una reducción de costos de producción en \$ 20.143,20. Para aquello véase en los anexos 5 y 6. Y para un mejor detalle la siguiente tabla 40.

Tabla 40: Costo de producción

	Valores Actuales	Valores Propuestos	Diferencia
Costo de producción promedio mensual	\$2.000.376,84	\$1.980.233,64	\$ 20.143,20
Costo del kg	\$2,52	\$2,49	\$0,03

Fuente: Autor, anexos 5 y 6.

10.5 Comprobación de la Hipótesis

De la hipótesis planteada inicialmente la cual es:

“La implementación de un nuevo grupo de trabajo en el área de fundición de la empresa Cedal S.A, permitirá una disminución de gastos por concepto de mano de obra y de materia prima.”

Se establecen los argumentos necesarios para darle validez o rechazarla, por consiguiente, se tiene que efectivamente el ingreso de un cuarto grupo de trabajo redujo en un 37,6% del pago de horas extras significando un ahorro de \$ 2.435,30 en el mes de octubre, sin embargo este valor no compensa el valor creciente en los otros dos componentes que se analizan en el pago de mano de obra, debido a que se incrementa un 26,7% en el pago de mano de obra directa, gastos que son fijos dentro de la empresa y que no se pueden disminuir a menos que se reduzca personal. Estos gastos vienen ligados con los costos adicionales, los cuales se han incrementado un 31,21% generando un incremento total de 9,74% equivalente a \$ 2.216,40 para el mes de octubre. Sin embargo, la inclusión de este cuarto grupo ha generado la disminución de lingotes rechazados y solo con esos valores se puede ir cancelando el rubro que se obtuvo por la contratación del nuevo personal tal como se puede apreciar en la tabla 40 y también se tiene un aumento de la producción neta de un 2% lo cual produce que haya más ingreso para la empresa, logrando con ello disminuir los costos de producción en lo que se refiere a billets rechazados.

Tabla 41: Diferencia de trabajar con 3 y 4 grupos de trabajo.

Meses	#Grupos de trabajo	Costo Actual de billets rechazados USD/Tm (Reproceso + rechazo)	#Grupos de trabajo	Costo Propuesto de billets rechazados USD/Tm (Reproceso + rechazo)	Diferencia Actual – propuesto
Octubre	3 grupos	\$16,164.90	4 grupos	\$12,931.92	\$3,232.98
Noviembre	3 grupos	\$11,688.68	4 grupos	\$9,350.94	\$2,337.74
Diciembre	3 grupos	\$19,091.20	4 grupos	\$15,272.96	\$3,818.24

Fuente: Autor

Por lo tanto, la hipótesis es aceptada

11. IMPACTOS

11.1 Impacto Social

Se puede ver una mejora en el ámbito social debido a que los empleados ya no trabajarían excesivamente en turnos y con horarios que no permitan lograr un adecuado descanso, por lo que ahora pueden llevar sus relaciones personales, familiares de una manera más tranquila logrando con ello un desempeño laboral más óptimo y generando mayor productividad a la empresa.

11.2 Económico

Se puede observar que en el aspecto económico es más rentable poseer cuatro grupos de trabajo, debido en parte a que los gastos generados por lingotes rechazados se pueden ir minorando lo que conlleva a que la producción neta se maximice otorgando a la empresa una mayor rentabilidad y un ingreso mayor al que se percibía cuando solo se trabajaba con 3 grupos.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

En la siguiente tabla 42 se puede observar el costo de la propuesta de incrementar un cuarto grupo de trabajo en el área de fundición.

Tabla 42: Presupuesto del Proyecto.

N°	N° de personas	Concepto	Total
1	5	Contratación de un nuevo equipo de trabajo	\$2.350,00
2	5	Costos Adicionales generados por el nuevo equipo de trabajo	\$2.304,70
TOTAL			\$4.654,70

Fuente: Autor

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- La situación actual de la planta de fundición que posee la corporación ecuatoriana de aluminio (Cedal S.A.) es acorde a los parámetros establecidos por las compañías de extrusión, sin embargo se puede ir mejorando los procesos porque puede existir pérdidas de tiempo y de recursos debido a que su producción no es lineal en su totalidad, dando paso a traslados de productos hacia otros procesos generando las perdidas antes mencionadas.
- La contratación de un nuevo grupo de trabajo es conveniente, debido a que se logra la disminución del costo lingotes de rechazo y de reproceso en valores que sobrepasan el pago del nuevo personal que equivalía a \$ 2.216,40.
- El personal que trabaja en el área de fundición disminuye un 37,60% equivalente a \$ 2.435,30 por concepto de horas extras con la inclusión de un cuarto grupo de trabajo.
- Si se implementa un cuarto grupo de trabajo y con el horario establecido en el anexo 3, todos los grupos tendrían un turno libre por concepto de mantenimiento, el mismo que se debe ir recuperando en días feriados, en los días que se encuentren libres, o en el transcurso del mes. Lo que conlleva a que la empresa evite el pago de horas extras en un turno.

13.2 Recomendaciones

- ❖ Realizar un estudio de redistribución del área de fundición de la planta Cedal S.A que permita determinar si con ello se puede aumentar la productividad y evitar la pérdida de tiempos, movimientos y recursos dentro del área.
- ❖ Implementar la adquisición de un equipo que pueda medir las fallas internas de los billets antes de pasar al proceso de homogenización, para así evitar el costo de reproceso al momento de ingreso al horno.
- ❖ Capacitar al personal operativo en temas de seguridad y salud ocupacional para que mantengan su rendimiento sin que ellos se vean afectados en un futuro su salud y también afecte a los intereses económicos de la empresa.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Aluminio.pdf. (s. f.). Recuperado de <https://grupos.unican.es/gidai/web/asignaturas/CI/Aluminio.pdf>
- Bartolomeo, J. (17 de abril de 2015). Carga Fabril: Administrar Consultora. Recuperado el 10 de enero de 2019, de Administrar Consultora: <https://administrarconsultora.wordpress.com>
- Código del Trabajo. (26 de Septiembre de 2012). Ministerio del Trabajo. Recuperado el 4 de Julio de 2018, de Sitio web del Ministerio del Trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec>
- Forcato, A. (12 de Octubre de 2016). Publicaciones: Forcato Tecnología. Recuperado el 29 de diciembre de 2018, de Tecnologías de fundición : <http://www.forcatotecnologia.com.ar>
- Galván, H. (2009). Procesos de moldeo para fundir piezas de aluminio (Tesis de Ingeniería). México: Instituto Politécnico Nacional.
- Horngren, C., Datar, S., & Rajan, M. (2012). Contabilidad de costos. México: Pearson Educación.
- León, F. (26 de octubre de 2017). ¿Qué es la bolsa de metales?: Rankia. Recuperado el 4 de enero de 2019, de ¿Qué es la bolsa de metales?: Rankia: <https://www.rankia.cl>
- Loizaga, A., Sertucha, J., & Suárez, R. (2008). Defectos metalúrgicos generados por la presencia de gases en el metal fundido. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 111 - 119.
- Navas, H., & Navas, A. (2017). Comparación y Efecto del Homogenizado en Billets de Alaección AA 6063. *KnE Engineering*, 332-331.
- Navas, H., Vaca, W., Paredes, J., Morales, F., & Nuñez, D. (2017). Análisis cuantitativo de los elementos. *Ingenius*, 42-50.
- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A., & Kole, M. (2002). Contabilidad de Costos. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Schmitz, C. (2006). Handbook of aluminium recycling. En C. Schmitz, Handbook of aluminium recycling (pág. 332). Essen: Vulkan.

Uribe, R. (2011). Costos para la toma de decisiones. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

World Aluminium. (s.f). Casting: World-aluminium. Recuperado el 8 de Julio de 2018, de

Aluminium for Future Generations: <http://www.world-aluminium.org>

ANEXOS

Anexo 1

	Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04							
Horario	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
07 -15	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	Feriado	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1		
15 - 23	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	Feriado	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2		
23 - 07	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	Mantenimiento	Feriado	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	grupo2	Mantenimiento	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	grupo1	Mantenimiento	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	grupo3	Mantenimiento		

Anexo 3

	Semana 01							Semana 02							Semana 03							Semana 04									
Horario	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	Octubre		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
07-15	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red		Blue	Grupo 1
15-23	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green			Red	Grupo 2
23-07	Green	Green	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Blue	Red	Red	Blue	Blue		Yellow	Grupo 3
																														Green	Grupo 4
																														Blue	Feriado
																														Diagonal	Mantenimiento

Cristian David Pichogagón Pulamarín



DATOS PERSONALES

Estado Civil: Soltero

Fecha de Nacimiento: 04 de Septiembre de 1990

Cédula de Ciudadanía: 172103230-6

Lugar de Residencia: Sangolquí, Calle Altar y Cerro Hermoso

Teléfono: 022330989/ 023480103

Celular: 0991753976

Email: cdavidpi@hotmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

Superior: **Escuela Politécnica Nacional**
Tecnólogo en Mantenimiento Industrial

Secundaria: **Instituto Tecnológico "Otavalo"**
Otavalo - Imbabura
Título: Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz.

Primaria: Escuela Fiscal Mixta
"Remigio Crespo Toral"
Cayambe