

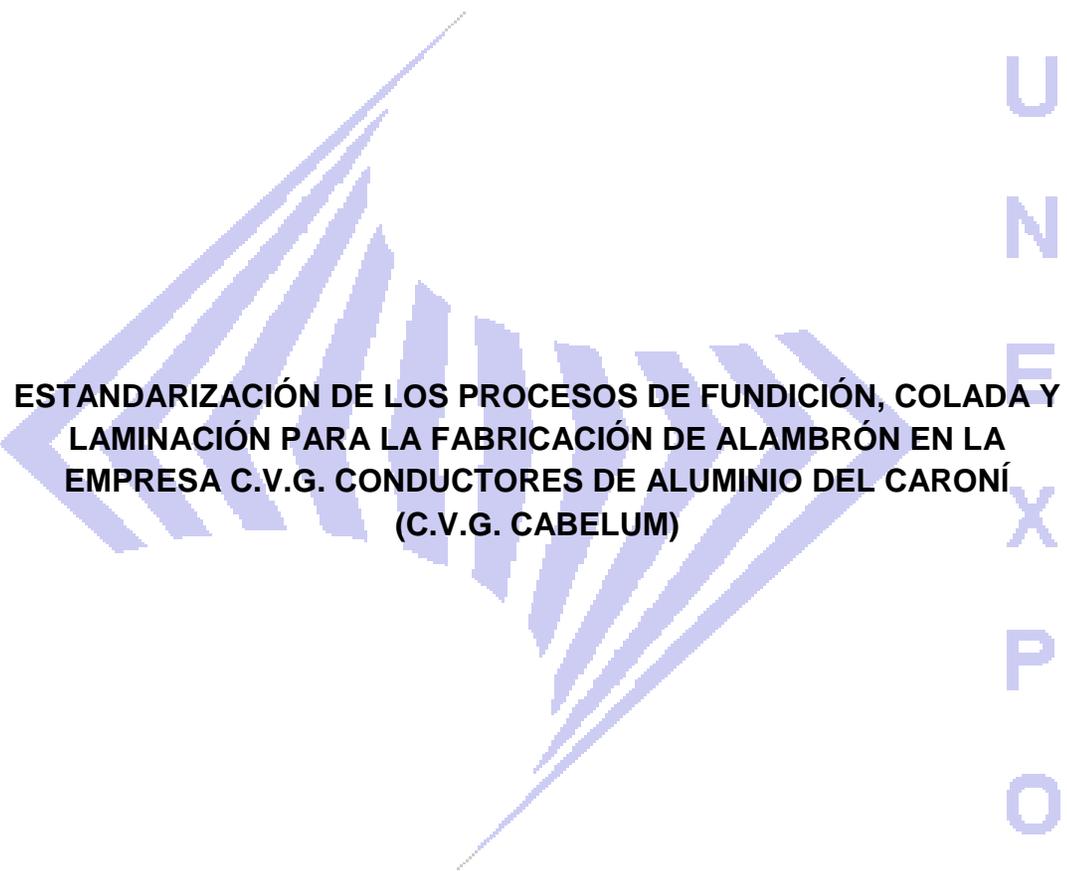


UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE- RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y
LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA EMPRESA
C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ
(C.V.G. CABELUM)**

AUTOR: Caleb E. Montes B.
TUTOR: MSc. Ing. Iván Turmero

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE DE 2012



**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y
LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA
EMPRESA C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ
(C.V.G. CABELUM)**

U
N
E
X
P
O



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

Montes Bastardo, Caleb Enrique

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y
LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA
EMPRESA C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ
(C.V.G. CABELUM)**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito académico para optar al título de Ingeniero Industrial.

MSc. ING. IVÁN TURMERO
(Tutor Académico)

ING. MARÍA ELENA GRUS
(Tutor Industrial)

Ciudad Guayana, Octubre de 2012

Br. Montes Bastardo, Caleb Enrique

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA
Y LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA
EMPRESA C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ
(C.V.G. CABELUM)**

Trabajo de Grado.

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.
Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. María Elena Grus.

Puerto Ordaz, Octubre 2012

Capítulos: I. El Problema
II. Generalidades de la Empresa
III. Marco Teórico
IV. Marco Metodológico
V. Situación Actual
VI. Resultados
Conclusiones
Recomendaciones
Bibliografía
Anexos



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

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por el Br. **Caleb Enrique Montes Bastardo**, portador de la cédula de identidad número: **19.870.885**, titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA EMPRESA C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ (C.V.G. CABELUM)**, el cual es presentado para optar el grado académico de Ingeniero Industrial. Consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto, y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO**.

En fe de lo cual confirmamos:

MSc. ING. IVÁN TURMERO IVÁN
(Tutor Académico)

ING. MARÍA ELENA GRUS
(Tutor Industrial)

ING. HERNÁN FLORES
(Jurado Evaluador)

ING. LILIANA REYES
(Jurado Evaluador)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres **Eduardo Montes y María de Montes**, quienes día a día me motivan y apoyan para alcanzar nuevos logros, por confiar en mí, por sus consejos y por estar ahí brindándome toda su ayuda a pesar de las vicisitudes para poder finalizar mi carrera profesional.

A mis hermanos **Mariana Montes y Carlos Montes**, por apoyarme en todo momento, brindarme su cariño y ayuda.

A mi sobrino **Carlos Daniel**, por apoyarme y llenarme de alegría con sus juegos.

A mi novia **Elizabeth Figuera**, por ayudarme, apoyarme y motivarme a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios y Señor, mi Roca Fuerte, mi Alto Refugio, pues nunca se apartó de mi lado, ya que Él siempre permanece fiel y sus misericordias son nuevas cada mañana. A Él le debo todo mi ser.

A mis Padres, mis Hermanos y Sobrino, los seres más importantes en mi vida, por estar siempre a mi lado, brindarme su cariño, apoyarme e impulsarme a ser cada día mejor.

A mi Novia, a quien amo con todas mis fuerzas, por su apoyo incondicional, por brindarme cariño a pesar de la distancia.

A Iván Turmero, Tutor Académico, por su gran apoyo y orientación durante la realización de esta investigación.

A mis amigos y compañeros de clase, por recorrer este camino junto a mí.

A la Ingeniero María Elena Grus, quien de manera generosa y muy profesional me ayudó a conseguir este tema que me es de mucho agrado y me apoyo durante la realización de esta tesis.

Al Ingeniero Flavio Albanese, por asesorarme y ayudarme en todo lo relacionado a la investigación.

Al Ingeniero Manuel Rojas y a la Sra. Yolimar, por haberme ayudado en todo lo que necesitaba durante el período de pasantía.

A todo el personal que labora en el área de fundición de la empresa C.V.G. CABELUM, por su apoyo y ayuda a la hora de realizar el estudio.

A todas las personas que aportaron un grano de arena para que esta investigación se convirtiera en realidad.

¡Muchísimas gracias!



U
N
E
X
P
O

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

ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y LAMINACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN EN LA EMPRESA C.V.G. CONDUCTORES DE ALUMINIO DEL CARONÍ (C.V.G. CABELUM)

Autor: Montes, Caleb

Tutor Académico: Turmero, Iván

Tutor Industrial: Grus, María Elena

Fecha: Octubre 2012

RESUMEN

La presente investigación, fue realizada en la empresa C.V.G. CABELUM C.A., específicamente en la Unidad de Aseguramiento de la Calidad y Control de Gestión, tuvo como finalidad la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de rollos de alambón, siendo estos procesos los de más envergadura e importancia para la compañía. Para realizar este estudio se efectuó una investigación de tipo descriptiva, de campo, no experimental y documental. El trabajo fue necesario, pues la empresa no disponía de la normalización completa de las actividades asociadas a la obtención de alambón, ya que contaba solamente con los procedimientos o prácticas operativas, es decir, no existía una evaluación detallada de las condiciones de trabajo, ni un tiempo establecido para cada operación o conjunto de prácticas operativas, que estipulará cuánto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una actividad. Con el presente estudio se conoció la efectividad de los métodos empleados para la realización de los procesos en el área de fundición, se evaluó las características del ambiente de trabajo por medio del método LEST y por último se determinó el tiempo estándar para llevar a cabo cada una de las operaciones en el área.

Palabras Claves: Alambón, C.V.G CABELUM C.A, Colada, Estandarización, Fundición, Laminación, Método, Tiempo Estándar.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE FIGURAS	xix
INDICE DE GRÁFICAS	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Objetivos de la Investigación.....	8
1.2.1 Objetivo General.....	9
1.2.2 Objetivo Específicos.....	9
1.3 Justificación.....	10
1.4 Delimitación o Alcance.....	11
CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	12
2.1 Razón Social y Nombre Comercial.....	12
2.2. Ubicación Geográfica de CVG CABELUM.....	12
2.3 Espacio Físico.....	13
2.4 Reseña Histórica.....	14
2.5 Filosofía de Gestión.....	17
2.5.1 Misión.....	17
2.5.2 Visión.....	17



2.5.3	Objetivos	17
2.5.3.1	Objetivo General	17
2.5.3.1	Objetivos Específicos	18
2.5.4	Políticas de la Empresa	18
2.5.4.1	Políticas de Productividad y Rentabilidad	18
2.5.4.2	Política Comercial	19
2.5.4.3	Política de Calidad	19
2.5.4.4	Política Social.....	19
2.5.4.5	Política Ambiental.....	19
2.5.4.6	Política de Desarrollo	20
2.5.5	Funciones	20
2.5.6	Estructura Organizativa	22
2.6	Sector Productivo.....	24
2.7	Proceso Productivo.....	24
2.8	Productos Elaborados.....	28
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....		30
3.1	Antecedentes de la Investigación	30
3.2	Bases Teóricas	33
3.2.1	Ingeniería de Métodos	33
3.2.2	Estandarización o Normalización	34
3.2.3	Estudio de Tiempos	35
3.2.3.1	Antecedentes	35
3.2.3.2	Elementos	36
3.2.3.2.1	Selección del Operario.....	36



3.2.3.2.2 Trato con el Operario	36
3.2.3.2.3 Análisis de Materiales y Métodos.....	36
3.2.3.2.4 Registro de Información Significativa	37
3.2.3.2.5 Colocación del Observador.....	38
3.2.3.2.6 División de la Operación en Elementos	38
3.2.3.3 Requerimientos	39
3.2.3.4 Herramientas Empleadas	40
3.2.3.5 Métodos de Medición con Cronómetro.....	40
3.2.3.6 Tiempo Estándar	41
3.2.3.6.1 Propósito.....	42
3.2.3.6.2 Método de Rango de Aceptación.....	42
3.2.3.6.3 Método General Electric.....	43
3.2.3.6.4 Distribución T ESTUDENT	44
3.2.3.6.5 Procedimiento Estadístico para la Determinación del Tamaño de Muestra	45
3.2.3.6.6 Tiempo Normal	46
3.2.3.6.6.1 Cálculo del Tiempo Normal	47
3.2.3.6.7 Calificación de Velocidad	47
3.2.3.6.7.1 Requisitos.....	48
3.2.3.6.7.2 Sistema Westinghouse	49
3.2.3.6.8 Determinación de Tolerancias	50
3.2.3.6.9 Pasos para Calcular el Tiempo Estándar.....	51
3.2.4 Diagrama de Recorrido (Layout)	52
3.2.4.1 Patrón de Procedimientos	54

3.2.5 Diagrama de Procesos	58
3.2.5.1 Simbología	59
3.2.5.2 Finalidad.....	60
3.2.6 Diagrama Causa-Efecto	60
3.2.6.1 Procedimientos para la Elaboración.....	62
3.2.6.2 Ventajas Adicionales del Uso	62
3.2.7 Evaluación de las Condiciones de Trabajo: Método LEST	63
3.2.7.1 Objetivo	63
3.2.7.2 Ámbito de Aplicación	64
3.2.7.3 La Guía de Observación	65
3.2.7.4 Evaluación.....	68
3.2.7.5 Valoración de las Respuestas	68
3.2.7.6 Aparatos de Medición.....	69
3.2.7.7 Análisis Gráfico de los Datos Obtenidos	69
3.2.7.8 Ventajas	70
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	72
4.1 Tipo de Investigación	72
4.2 Diseño de la Investigación	73
4.3 Unidades de Análisis (Población y Muestra).....	74
4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	75
4.4.1 Técnicas de Recolección de Datos	75
4.4.2 Materiales y Equipos Utilizados	76
4.5 Procedimiento de Recolección de Datos	77
4.6 Procesamiento de la Información.....	79



4.7 Análisis de la Información	79
4.8 Procedimiento de la Investigación	80
CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL	82
5.1 Descripción y Análisis del Proceso Productivo de la Empresa	82
5.2 Descripción de la Gerencia de Operaciones.....	85
5.2.1 Misión de la Gerencia.....	85
5.2.2 Funciones de la Gerencia.....	86
5.2.3 Organigrama.....	89
5.3 Descripción del Área de Fundición	89
5.3.1 Materiales Utilizados para la Preparación de las Aleaciones	90
5.3.2 Diagrama de Proceso del Área de Fundición	94
5.3.3 Condiciones Actuales del Área.....	95
5.3.4 Causas Actuales de la Baja Producción de Alambrón.....	96
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS	98
6.1 Evaluación del Área de Fundición de la Empresa C.V.G CABELUM Mediante el Método LEST	98
6.1.1 Evaluación del Proceso de Fundición.....	98
6.1.1.1 Descripción del Área de Trabajo	98
6.1.1.2 Evaluación del Área de Trabajo	113
6.1.1.3 Análisis Gráfico de los Resultados	114
6.1.2 Evaluación del Proceso de Colada.....	117
6.1.2.1 Descripción del Área de Trabajo	117
6.1.2.2 Evaluación del Área de Trabajo	129
6.1.2.3 Análisis Gráfico de los Resultados	130



6.1.3 Evaluación del Proceso de Laminación.....	133
6.1.3.1 Descripción del Área de Trabajo	133
6.1.3.2 Evaluación del Área de Trabajo	144
6.1.3.3 Análisis Gráfico de los Resultados	146
6.2 Análisis del Método de Trabajo Puesto en Práctica Actualmente en el Área de Fundición de la Empresa.....	149
6.2.1 Análisis del Proceso de Fundición.....	149
6.2.2 Análisis del Proceso de Colada	153
6.2.3 Análisis del Proceso de Laminación	156
6.3 Mejora del Diagrama de Proceso Asociado a las Etapas de Fundición, Colada y Laminación	160
6.4 Diagnóstico del Flujo de Actividades que Tiene Lugar en el Área de Fundición de la Empresa	163
6.5 Evaluación de los Niveles Actuales de Producción de Alambón en Toneladas de la Empresa	168
6.5.1 Producción de Alambón	168
6.5.2 Porcentaje de Rechazo de Alambón	170
6.5.3 Porcentaje de Pérdida por Fusión	172
6.5.4 Producción y Rechazo de Aleación 1350	174
6.5.5 Producción y Rechazo de Aleación 6201	176
6.6 Determinación del Tiempo Estándar de los Procesos de Fundición, Colada y Laminación	178
6.6.1 Descripción de la Operación e Identificación de los Elementos	178
6.6.2 Registro de Lecturas.....	182
6.6.2.1 Calentado de Hornos	183
6.6.2.2 Carga de Materia Prima al Horno Fusor.....	183



6.6.2.3 Fusión	183
6.6.2.4 Transferencia a Horno Basculante	184
6.6.2.5 Preparación de Aleación	184
6.6.2.6 Fabricación de Alambrón	184
6.6.2.7 Bajado de Rollo	185
6.6.2.8 Empacado	185
6.6.2.9 Vaciado de Horno Basculante	185
6.6.3 Tamaño de la Muestra	186
6.6.3.1 Calentado de Hornos	187
6.6.3.2 Carga de Materia Prima al Horno Fusor	188
6.6.3.3 Fusión	188
6.6.3.4 Transferencia a Horno Basculante	188
6.6.3.5 Preparación de Aleación	189
6.6.3.6 Fabricación de Alambrón	189
6.6.3.7 Bajado de Rollo	190
6.6.3.8 Empacado	190
6.6.3.9 Vaciado de Horno Basculante	190
6.6.4 Determinación del Tiempo Estándar	191
6.6.4.1 Calentado de Hornos	192
6.6.4.2 Carga de Materia Prima al Horno Fusor	196
6.6.4.3 Fusión	200
6.6.4.4 Transferencia a Horno Basculante	200
6.6.4.5 Preparación de Aleación	201
6.6.4.6 Fabricación de Alambrón	201



6.6.4.7 Bajado de Rollo	202
6.6.4.8 Empacado	206
6.6.4.9 Vaciado de Horno Basculante	209
6.6.5 Cálculo del Tiempo Total del Proceso Productivo para la Obtención de Rollos de Alambón.....	210
6.6.5.1 Para Obtención de Alambón con Aleación 6201	210
6.6.5.2 Para Obtención de Alambón con Aleación 1350.....	211
6.6.5.3 Para Vaciado de Horno Basculante	212
6.7 Evaluación del Impacto de la Estandarización de los Procesos de Fundición, Colada y Laminación para la Empresa.....	213
CONCLUSIONES	217
RECOMENDACIONES	220
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	222
ANEXOS	225



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Método General Electric.....	44
Tabla 2. Sistema Westinghouse	49
Tabla 3. Método LEST	66
Tabla 4. Sistema de Puntuación de Método LEST.	68
Tabla 5. Producción Planificada para el Área de Fundición.....	90
Tabla 6. Materiales Utilizados para la Preparación de la Aleación 6201	91
Tabla 7. Materiales Utilizados para la Preparación de la Aleación 1350	93
Tabla 8. Condiciones Actuales de la Etapa de Fundición	95
Tabla 9. Condiciones Actuales de la Etapa de Fundición (Método LEST).....	113
Tabla 10. Condiciones Actuales de la Etapa de Colada (Método LEST)	129
Tabla 11. Condiciones Actuales de la Etapa de Laminación (Método LEST)	144
Tabla 12. Postura de Trabajo y Movimiento de los Operarios del Área de Fundición.	152
Tabla 13. Postura de Trabajo y Movimiento de los Operarios del Área de Colada.	155
Tabla 14. Postura de Trabajo y Movimiento de los Operarios del Área de Laminación.....	158
Tabla 15. Producción de Alambión en el Período Enero-Junio 2012	169
Tabla 16. Porcentaje de Rechazo de Alambión.....	171
Tabla 17. Porcentaje de Pérdida por Fusión.....	173
Tabla 18. Producción de Aleación 1350	174
Tabla 19. Porcentaje de Rechazo de Aleación 1350.	175
Tabla 20. Producción de Aleación 6201	176



Tabla 21. Porcentaje de Rechazo de Aleación 6201	177
Tabla 22. Tiempos de Calentado de Hornos	183
Tabla 23. Tiempos de Carga de Materia Prima al Horno Fusor.....	183
Tabla 24. Tiempos de Fusión.....	183
Tabla 25. Tiempos de Transferencia a Horno Basculante	184
Tabla 26. Tiempos de Preparación de Aleación 6201	184
Tabla 27. Tiempos de Preparación de Aleación 1350	184
Tabla 28. Tiempos de Fabricación de Alambón 6201.....	184
Tabla 29. Tiempos de Fabricación de Alambón 1350.....	185
Tabla 30. Tiempos de Bajado de Rollo	185
Tabla 31. Tiempos de Empacado	185
Tabla 32. Tiempos de Vaciado del Horno Basculante con 6201	185
Tabla 33. Tiempos de Vaciado del Horno Basculante con 1350	186
Tabla 34. Datos para Tamaño de Muestra de Calentado de Hornos.....	188
Tabla 35. Datos para Tamaño de Muestra de Carga de Materia Prima.....	188
Tabla 36. Datos para Tamaño de Muestra de Fusión.....	188
Tabla 37. Datos para Tamaño de Muestra de Transferencia a Horno Basculante	188
Tabla 38. Datos para Tamaño de Muestra de Preparación de 6201	189
Tabla 39. Datos para Tamaño de Muestra de Preparación de 1350	189
Tabla 40. Datos para Tamaño de Fabricado de Alambón 6201	189
Tabla 41. Datos para Tamaño de Fabricado de Alambón 1350	189
Tabla 42. Datos para Tamaño de Muestra de Bajado de Rollo	190
Tabla 43. Datos para Tamaño de Muestra de Empacado	190



Tabla 44. Datos para Tamaño de Muestra de Vaciado de HB con Aleación 6201	190
Tabla 45. Datos para Tamaño de Muestra de Vaciado de HB con Aleación 1350	191
Tabla 46. Calificación del Hornero para Calentado de Hornos	193
Tabla 47. Concesiones por Fatiga del Hornero para Efectuar el Calentado de Hornos	195
Tabla 48. Calificación del Operador del Montacargas para Carga de Materia Prima	197
Tabla 49. Concesiones por Fatiga del Hornero para Efectuar la Carga de Materia Prima.....	199
Tabla 50. Calificación del Operador para Bajado de Rollos de Alambrón	203
Tabla 51. Concesiones por Fatiga para Efectuar el Bajado de Rollo	204
Tabla 52. Calificación de Velocidad del Operador para Empacado	207
Tabla 53. Concesiones por Fatiga para Efectuar el Embalado de Rollo.....	208
Tabla 54. Tiempos Estándares para la Fabricación de Alambrón con Aleación 6201 desde su Arranque.....	210
Tabla 55. Tiempos Estándares para la Fabricación de Alambrón con Aleación 1350 desde su Arranque.....	212
Tabla 56. Tiempo Estándar para el Vaciado del Horno Basculante con Aleación 6201	212
Tabla 57. Tiempo Estándar para el Vaciado del Horno Basculante con Aleación 1350	213
Tabla 58. Impacto de la Estandarización de los Procesos para CVG CABELUM.....	214



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de C.V.G CABELUM.....	13
Figura 2. Organigrama General de C.V.G. CABELUM	22
Figura 3. Diagrama de Proceso Productivo de C.V.G. CABELUM	26
Figura 4. Mapa de Procesos de C.V.G. CABELUM	27
Figura 5. Alambrón	28
Figura 6. Conductores de Aluminio Fabricados por C.V.G. CABELUM	29
Figura 7. Ramas de la Ingeniería de Métodos	34
Figura 8. Diagrama de Recorrido.....	53
Figura 9. Diagrama de Recorrido Revisado.....	54
Figura 10. Diagrama Causa-Efecto.....	61
Figura 11. Histograma de un Puesto de Trabajo	69
Figura 12. Etapas del Método LEST.....	71
Figura 13. Diagrama de Líneas del Proceso Productivo.....	85
Figura 14. Organigrama de la Gerencia de Operaciones	89
Figura 15. Área de Fundición.....	90
Figura 16. Diagrama de Proceso del Área de Fundición.	94
Figura 17. Diagrama Causa-Efecto (Baja Producción de Alambrón).....	97
Figura 18. Diagrama de Proceso Mejorado del Área de Fundición.....	162
Figura 19. Diagrama de Recorrido Actual.....	165
Figura 20. Diagrama de Recorrido Propuesto para el Área de Fundición.....	167



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evaluación del Área de Fundición	115
Gráfica 2. Evaluación del Área de Colada	131
Gráfica 3. Evaluación del Área de Laminación	147
Gráfica 4. Producción de Alambrón	169
Gráfica 5. Porcentaje de Rechazo de Alambrón	171
Gráfica 6. Porcentaje de Pérdida por Fusión	173
Gráfica 7. Producción de Aleación 1350	174
Gráfica 8. Porcentaje de Rechazo de Aleación 1350.....	175
Gráfica 9. Producción de Aleación 6201	176
Gráfica 10. Porcentaje de Rechazo de Aleación 6201.....	177
Gráfica 11. Producción de Rollos por Turno	214
Gráfica 12. Fabricación de Rollos por Minutos	215
Gráfica 13. Ingreso por Ventas de Alambrón	216



INTRODUCCIÓN

Conductores de Aluminio del Caroní, (C.V.G. CABELUM C.A.) es una empresa del Estado adscrita a la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), localizada en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela. Se dedica a la fabricación y comercialización de alambón, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines en forma sustentable, para satisfacer a los clientes, trabajadores, accionistas y a la comunidad, generando desarrollo y bienestar socio productivo en la región y el país, contribuyendo con la preservación del medio ambiente.

La historia de CVG CABELUM empieza cuando un grupo de empresarios privados, con grandes ideales de progreso y conscientes de la importancia de los Conductores de Aluminio y la receptividad por parte del mercado nacional e internacional, iniciaron un proyecto que se hace realidad el 03 de Mayo de 1976, cuando se lleva a cabo la construcción definitiva de la empresa Conductores de Aluminio del Caroní, C.A. (CABELUM) con una inversión de Ciento Sesenta Millones de Bolívares (Bs. 160.000.000).

Después de esa fecha ocurrieron una serie de traspasos y no es sino hasta a partir del 4 de Agosto del año 2004, cuando la empresa forma parte de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), producto de la transferencia realizada por FOGADE del 70% de las acciones de CABELUM a la C.V.G.

Actualmente la empresa constituye la principal actividad industrial de Ciudad Bolívar y es fuente de empleo para más de 300 trabajadores bolivarenses. En los ocho años bajo la tutela de la C.V.G, la empresa ha iniciado un proceso de reactivación operativa y financiera orientado a lograr la sustentabilidad de sus actividades y su consolidación como polo de desarrollo económico de la región.



La planta CVG CABELUM se clasifica por los procesos que allí se desarrollan en cuatro grandes áreas, estas son: fundición, trefilación, tratamiento térmico y cableado. La más importante de ellas es la zona de fundición, pues es allí donde se fabrican los rollos de alambrón de manera continua, y es el alambrón el elemento primordial para ejecutar los procesos siguientes. En el área de fundición se llevan a cabo tres procesos para la obtención del alambrón que son fundición, colada y laminación, cada uno de ellos reviste de gran importancia para la empresa.

A pesar de la gran importancia que tiene para C.V.G. CABELUM los procesos de fundición, colada y laminación, la empresa desde su constitución en Mayo de 1979, no cuenta con la estandarización completa de sus procesos, pues solo disponen de las prácticas operativas, es decir, los procedimientos por medio de los cuales se fijan en forma escrita las normas o métodos de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la compañía. Pero no se tiene un tiempo estándar o tiempo establecido para estas prácticas operativas, que estipule cuánto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una operación, usando los métodos y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo y laborando a una velocidad normal.

En busca de solventar esta problemática, se desarrolla la presente investigación, la cual está orientada al análisis en forma minuciosa de las prácticas operativas, las condiciones de trabajo, el diagrama de proceso y el diagrama de flujo o recorrido asociado a las etapas de fundición, colada y laminación. Con el objetivo de completar la estandarización de los procesos, mediante un estudio de tiempos que determine el tiempo estándar que tardaría un trabajador tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal ejecutar cada proceso.

En el presente estudio se efectuó una investigación de tipo descriptiva, de campo, no experimental y documental. Para exponer detalladamente la investigación se estructura el informe de la siguiente manera:

Capítulo I: Referido al planteamiento del problema, justificación, importancia, alcance, delimitaciones y objetivos a cumplir tanto generales como específicos.

Capítulo II: Describe las generalidades de la empresa, se detallan la reseña histórica, descripción de la empresa, descripción del área donde se desarrollo la investigación, objetivos de la organización, misión, visión, ubicación, estructura, entre otros.

Capítulo III: Muestra los antecedentes de la investigación y el marco conceptual que es el grupo central de definiciones y teorías que se utilizarán para formular y desarrollar el argumento de la investigación.

Capítulo IV: Se presenta la metodología aplicada en la investigación, el tipo y diseño de esta, unidades de análisis, las técnicas y procedimientos utilizados para la recolección de datos, así mismo, como se va a procesar la información, el análisis de esa información y los pasos que se ejecutarán para la realización del mismo.

Capítulo V: Se presenta la situación actual, mediante una descripción general del área de fundición adscrita a la gerencia de operaciones donde se realizó el estudio, definiendo las actividades que se realizan, la descripción del proceso y la situación presente en cuanto a la falta de estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación.

Capítulo VI: Muestra los resultados del presente estudio.

Finalmente se presentan las conclusiones, referencias bibliográficas y apéndice.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se muestra detalladamente el planteamiento del problema, la limitación o alcance, así como los objetivos o las metas que se desean alcanzar mediante la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní C.A. (C.V.G. CABELUM).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní C.A. (C.V.G. CABELUM) es una empresa dedicada a la transformación del aluminio primario en Alambón y a la fabricación de conductores desnudos de aleación de aluminio con fines eléctricos, para abastecer de manera oportuna las demandas del mercado nacional y de aquellos mercados internacionales que resulten económica y estratégicamente atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuyendo al bienestar y desarrollo socio productivo del país.

Esta empresa fue constituida oficialmente el 03 de Mayo de 1976 con el nombre de Conductores de Aluminio del Caroní C.A. Luego en 1985 el Fondo de Inversiones Internacional (FIVECA) se hace propietario del 100% de las acciones. Posteriormente en 1986, Aluminio del Caroní C.A. (ALCASA) adquirió el 30% del capital. En 1994 FIVECA entregó el 70% al Fondo de Garantía de Depósitos y Protección Bancaria (FOGADE). No es sino a partir del 4 de agosto del 2004 cuando la empresa viene a formar parte de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.), producto de la transferencia realizada por FOGADE.



En C.V.G. CABELUM se desarrollan seis procesos que se describen brevemente a continuación:

- Fundición. Aquí el aluminio primario sólido es fundido hasta ser convertido en aluminio líquido para luego ser transferido a los hornos retenedores donde se separan las diferentes aleaciones hasta alcanzar la composición química requerida.

- Colada. Esta etapa comienza cuando el metal líquido alcanza la composición química deseada y es transportado por la canal de colada, en la cual el metal en forma líquida es sometido a un proceso de desgasificado en el Reactor Mint y luego a un proceso de filtrado de impurezas mediante un filtro mecánico. Posteriormente el metal líquido libre de impurezas es vaciado en la rueda de colada donde es enfriado conformándose la barra trapezoidal de metal sólida.

- Laminación. Comienza cuando la barra trapezoidal sólida pasa a ser laminada en caliente en el Laminador Properzi y termina con la obtención del alambión.

- Trefilación. Es el proceso de elongación en frío donde el alambión es estirado hasta el diámetro del alambre requerido para la conformación de los conductores.

- Tratamiento térmico. Proceso que consiste en acelerar artificialmente el envejecido del alambre de aleación mediante la aplicación de curvas de temperaturas adecuadas al diámetro del alambre.

- Cableado. Consiste en el trenzado de los hilos de alambre de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada conductor.

Entre los procesos ya descritos y que en la actualidad se desarrollan en la empresa C.V.G. CABELUM, resaltan por su importancia y envergadura los tres primeros (fundición, colada y laminación), debido a que son estos tres procesos los que permiten la obtención del alambón, producto primordial o base para la fabricación del alambre y posteriormente conductores eléctricos bajo las especificaciones químicas y físicas deseadas.

A pesar de la gran importancia que tiene para C.V.G. CABELUM los procesos de fundición, colada y laminación, la empresa desde su constitución en Mayo de 1979, no cuenta con la estandarización completa de sus procesos, pues solo disponen de las prácticas operativas, es decir, los procedimientos por medio de los cuales se fijan en forma escrita las normas o métodos de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en la compañía. Pero no se tiene un tiempo estándar o tiempo establecido para estas prácticas operativas, que estipule cuánto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una operación, usando los métodos y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo y laborando a una velocidad normal.

El estándar de tiempo se obtiene a través de la medición del trabajo y resulta necesario e imprescindible en C.V.G. CABELUM, tanto para pronosticar de manera satisfactoria los tiempos de ejecución de las operaciones por los trabajadores, como para conocer las tolerancias que tienen todos los operarios en la jornada de trabajo.

El problema planteado puede tener su origen en las siguientes causas:

- ✓ Falta de conocimiento en los trabajadores referente a los procesos de fundición, colada y laminación desarrollados en la empresa.
- ✓ Ausencia de personal calificado que pueda analizar y encontrar las deficiencias, debilidades y fortalezas presentes en el diagrama de proceso que corresponda a cada etapa.

- ✓ Fallas a nivel de supervisión.

Así mismo, esta situación presenta las siguientes consecuencias:

- ✓ Poca importancia a los procesos de fundición, colada y laminación puestos en práctica en la compañía.
- ✓ Dificultades e inconvenientes a la hora de estudiar los procesos y establecer mejoras en los mismos.
- ✓ Inconvenientes para determinar la capacidad de la planta, falta de una base o patrón que permita calcular el pago de incentivos, inconvenientes a la hora de comparar los diversos métodos de trabajo puestos en práctica, deficiencias en el control de la producción, control inexacto e incorrecta determinación del costo de la mano de obra, incumplimiento de las normas de calidad, aumento de los problemas de dirección de la empresa, dificultad en la elaboración de los planes de mantenimiento, así como dificultades para asegurar la correcta distribución del espacio disponible.

Ahora bien, si esta situación no se atiende lo más pronto posible, si no se toman las previsiones y las condiciones actuales persisten, será imposible para la compañía alcanzar y mantener los niveles de producción deseados o añorados, y estará en tela de juego o en duda la permanencia de sus productos en el mercado.

En busca de solucionar la problemática, la alta gerencia de C.V.G. Conductores de Aluminios del Caroní, por medio de la Unidad de Aseguramiento y Control de Gestión se ha visto en la imperiosa necesidad de analizar en forma minuciosa las prácticas operativas, las condiciones de trabajo, el diagrama de proceso y el diagrama de flujo o recorrido asociado a las etapas de fundición, colada y laminación. Con el objetivo de completar la estandarización de los procesos, mediante un estudio de tiempos que determine el tiempo estándar que tardaría un trabajador tipo medio,

plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal ejecutar cada proceso.

Basado en todo lo antes dicho, se establece que al momento de estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación es de vital importancia conocer ¿Cómo estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní (CABELUM)? Buscando con ello, hallar una solución óptima y valedera a esta situación se hace necesario complementar esta interrogante, mediante una sistematización de preguntas que conllevarán el alcance final de lo pautado; entre estas interrogantes están: ¿Cómo evaluar el área de fundición de la empresa C.V.G. CABELUM? ¿Cómo analizar el método de trabajo puesto en práctica actualmente en el área de fundición? ¿Cómo mejorar el diagrama de procesos asociado a las etapas de fundición, colada y laminación de la empresa? ¿Cuáles son los pasos que se deben de dar para evaluar los niveles actuales de producción de alambón en la empresa? ¿Cómo determinar el tiempo estándar para los procesos de fundición, colada y laminación de la empresa? ¿Cuál sería el impacto que tendría para la empresa la estandarización de estos procesos?, a medida que se vaya desarrollando el trabajo se darán las respuestas a las mismas.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con el desarrollo del presente trabajo se plantea cumplir los objetivos que se indican a continuación.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la Empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní (C.V.G. CABELUM).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el área de fundición de la empresa C.V.G. CABELUM mediante el método L.E.S.T.
2. Analizar el método de trabajo puesto en práctica actualmente en el área de fundición de la empresa, a fin de conocer la efectividad de los mismos, a través de un estudio de movimientos.
3. Mejorar el diagrama de proceso asociado a las etapas de fundición, colada y laminación para la fabricación del alambón.
4. Diagnosticar el flujo de actividades que tiene lugar en el área de fundición de la empresa (Layout).
5. Evaluar los niveles actuales de producción de alambón en toneladas de la empresa C.V.G. CABELUM.
6. Estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la Empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní (C.V.G. CABELUM), mediante la determinación del tiempo estándar.
7. Evaluar el impacto de la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación para la empresa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio obedece a la necesidad de solucionar la problemática suscitada en los procesos de fundición, colada y laminación de la empresa C.V.G. Conductores de Aluminios del Caroní, ya que ésta no dispone actualmente de la estandarización completa de los procesos de fundición, colada y laminación, pues no existe un tiempo establecido para cada proceso o conjunto de prácticas operativas, que estipule cuánto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una operación, usando los métodos y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo y laborando a una velocidad normal.

Mediante la realización del presente estudio se podrá conocer de manera específica la efectividad de los métodos empleados para la realización de los procesos en el área de fundición, permitiendo detectar las debilidades que presentan los métodos actuales, a fin de aportar alternativas que conlleven a la mejora de cada uno de los procesos y en consecuencia la disminución de los tiempos necesarios para la realización de los mismos.

Este estudio aportará a la Unidad de Aseguramiento y Control de Gestión y por ende a la alta gerencia de C.V.G. Conductores de Aluminios del Caroní, la información necesaria en cuanto al tiempo estándar que tardaría un trabajador tipo medio en ejecutar los procesos de fundición, colada y laminación, las tolerancias presentes en los mismos, las mejoras que tendrá para la compañía aplicar el tiempo estándar, la evaluación del área de fundición de la empresa, el diagnóstico del flujo de actividades que tiene lugar en la misma y el análisis de los diagramas de procesos allí desarrollados, completando de esta manera la estandarización o normalización de los mismos.



1.4 DELIMITACIÓN O ALCANCE

La presente investigación se lleva a cabo en la empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní, C.A. (C.V.G. CABELUM), se realiza para la Unidad de Aseguramiento de la Calidad y Control de Gestión, adscrita a la presidencia. El objetivo primordial de la misma es estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación del alambión, durante un periodo de 6 meses, iniciando el 26 de Abril de 2012 y culminando el 26 de Octubre de 2012.



CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El presente capítulo muestra una descripción general de la empresa C.V.G. Conductores de Aluminio del Caroní, C.A. (C.V.G. CABELUM), donde se detallan cada una de las actividades que realiza, así como su misión, visión, objetivos y estructura organizativa.

2.1 RAZÓN SOCIAL Y NOMBRE COMERCIAL

La empresa Aluminios del Caroní, C.A. (CVG CABELUM), adscrita a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y al Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería, es de capital mixto y por su condición jurídica es una Compañía Anónima.

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE C.V.G. CABELUM

La planta de Conductores de Aluminio del Caroní, (C.V.G. CABELUM C.A.) está localizada en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela (Figura 1), específicamente en la Zona Industrial las Brisas, a escasos dos kilómetros de la vía perimetral que comunica a Ciudad Bolívar con otras regiones del estado, a 12 km aproximadamente del aeropuerto de Ciudad Bolívar y a sólo 115 km. de las empresas básicas (ALCASA y VENALUM) quienes son sus principales proveedores de materia prima para la producción de sus productos.

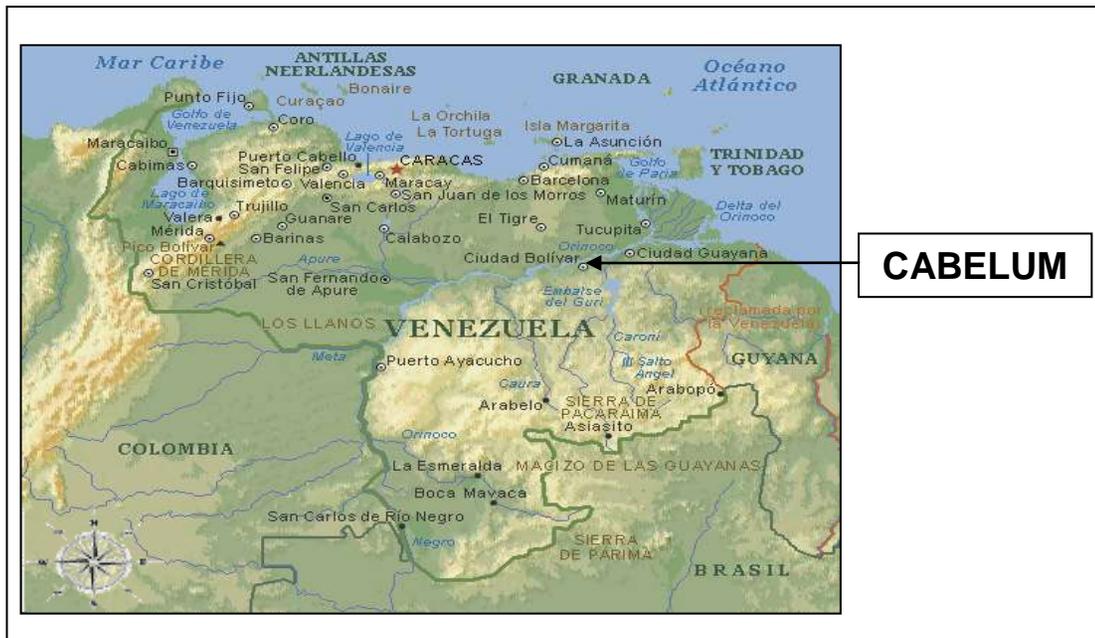


Figura 1: Ubicación Geográfica de C.V.G. CABELUM.
Fuente: Manual de Inducción de C.V.G. CABELUM

2.3 ESPACIO FÍSICO

El área total donde está ubicada la empresa, es de 200.000 m² y la construcción está asentada en 12.000 m², donde se ubica la planta y todo lo relacionado con la infraestructura funcional de la empresa. Cuenta con medios idóneos para la fabricación de conductores desnudos de aluminio. Además, la empresa fabrica alambra de aleación 1350, 6201, para las empresas de electricidad, la línea de este alambra cuenta con un sistema de colada continua con capacidad de 24.000 toneladas métricas por año. La capacidad de cableado y trefilado está en un rango de 10.000 toneladas métricas por año.

2.4 RESEÑA HISTÓRICA

Un grupo de empresarios privados, con grandes ideales de progreso y conscientes de la importancia de los Conductores de Aluminio y la receptividad por parte del mercado nacional e internacional, iniciaron un proyecto que se hace realidad el 03 de Mayo de 1976, cuando se lleva a cabo la construcción definitiva de la empresa Conductores de Aluminio del Caroní, C.A. (CABELUM) con una inversión de Ciento Sesenta Millones de Bolívares (Bs. 160.000.000), distribuidos en materia prima, tecnología de punta, infraestructura, gastos de puesta en marcha y dinero efectivo.

En el año 1981, se hace accionista el Fondo de Inversiones Internacional (FIVECA) y en 1985, es propietaria del 100% de las acciones. En 1986, Aluminio del Caroní, C.A. (ALCASA), adquiere el 30% del capital por ejecución de acreencias, y en 1994 FIVECA entrega el 70 % de las acciones al Fondo de Garantías de Depósitos y Protección Bancaria (FOGADE) en compensación a diversos auxilios financieros.

La Junta Directiva de ALCASA, para 1996, otorga el mandato a FOGADE para la venta de Conductores de Aluminio del Caroní, C.A., como consecuencia de una excelente producción de materia prima. En el año 1999, el directorio de ALCASA suspende la subasta. El directorio de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.), en fecha 16/03/01, solicita al Consejo de Ministros se cancele la autorización dada a FOGADE.

El proceso de transición se inicia en la asamblea de accionistas, posteriormente, FOGADE y ALCASA logran restaurar la Junta Directiva y deciden establecer un plan de contingencia para mantener la empresa en marcha. Sucede un período de interrupciones en el suministro de la materia prima por parte de ALCASA, en consecuencia del incumplimiento de pagos de Conductores de Aluminio del Caroní, C.A.

El Directorio de ALCASA, del 21/05/01, recomienda a la C.V.G. adquirir las acciones y acreencias de FOGADE en Conductores de Aluminio de Caroní, C.A., manteniendo ALCASA el 30% de dichas acciones. El Directorio de la C.V.G., autoriza la adquisición de los activos por US\$ 2.75 millones y la Oficina de Administración y Finanzas, busca la forma de adquirir las acciones y acreencias.

En Julio de 2001, el Directorio de FOGADE da la anuencia a esta adquisición. El BANDES estudia financiar la adquisición a través del Fondo Fiduciario de C.V.G./ F.I.V. (Proviene de la privatización de la Siderúrgica del Orinoco – SIDOR), y en noviembre de ese mismo año FOGADE solicitó que la C.V.G. que certificarán la disponibilidad de recursos para cancelar la operación.

En cuanto al nuevo enfoque y la situación actual, en enero de 2002, se modifica la Ley de Bancos, en donde se deroga la Ley de Recaudación Financiera, no pudiendo el sector público adquirir las acciones de FOGADE, y se plantean nuevos enfoques, vía convenio marco entre FOGADE y la República.

En Julio de 2002, el Presidente de la República, en punto de cuenta del presidente de la C.V.G., autoriza a FOGADE y al Ministerio de Finanzas para que adicione los anexos, de los activos que posee FOGADE en CABELUM y Aluminio de Carabobo, S.A. (ALUCASA), permitiendo mediante este reto, la transferencia de dichos activos y acreencias al propio Ministro de Finanzas, y más tarde, ser transferida a la Corporación Venezolana de Guayana.

A partir del 4 de Agosto del año 2004, la empresa forma parte de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G), producto de la transferencia realizada por FOGADE del 70% de las acciones de CABELUM a la C.V.G. La empresa constituye la principal actividad industrial de Ciudad Bolívar y es fuente de empleo para más de 300 trabajadores bolivarenses. En los ocho

años bajo la tutela de la Corporación Venezolana de Guayana, la empresa ha iniciado un proceso de reactivación operativa y financiera orientado a lograr la sustentabilidad de sus actividades y su consolidación como polo de desarrollo económico de la región.

La empresa CVG CABELUM mantiene desde el año 1988, las certificaciones para los productos:

- Marca NORVEN N° 192: Alambroón de Aluminio para la Fabricación de Conductores Eléctricos. Aleación 1350.
- Marca NORVEN N° 193: Alambre de Aluminio de sección circular para Usos Eléctricos. Aleación 1350/Temple H19.
- Marca NORVEN N° 194: Alambre de Aluminio de sección circular para Usos Eléctricos. Aleación 6201-T81.
- Marca NORVEN N° 195: Conductor de Aluminio de Cableado Concéntrico. Aleación 1350. Clase AA.
- Marca NORVEN N° 196: Conductor de Aluminio de Cableado Concéntrico. Aleación 6201-T81. Clase AA.
- Marca NORVEN N° 197: Conductor de Aluminio de Cableado Concéntrico con Refuerzo de Aleación de Aluminio. ACAR.

Tradicionalmente la venta de Cabelum ha sido un 80% para exportación y un 20% para clientes nacionales, teniendo muy buena aceptación por la calidad de sus productos.



2.5 FILOSOFÍA DE GESTIÓN

La visión, misión y política de la calidad de la empresa se encuentran en el Manual de la Calidad.

2.5.1 MISIÓN

Manufacturar y comercializar alambión, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines en forma sustentable, para satisfacer a nuestros clientes, trabajadores, accionistas y a la comunidad, generando desarrollo y bienestar socio productivo en la región y el país, contribuyendo con la preservación del medio ambiente.

2.5.2 VISIÓN

Ser la empresa líder en el mercado nacional e internacional, reconocida por la calidad y confiabilidad en la manufactura, comercialización del alambión, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines; basada en innovación tecnológica, equilibrio productivo, social y laboral, en armonía con el medio ambiente.

2.5.3 OBJETIVOS

2.5.3.1 OBJETIVO GENERAL

Manufacturar y comercializar alambión, conductores eléctricos de aluminio y aleaciones, que satisfagan los requisitos de los clientes con la participación de su personal y proveedores, a través de un Sistema de Gestión de Calidad que garantice el mejoramiento continuo de sus procesos y servicios en forma permanente.

2.5.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Garantizar el cumplimiento de las normativas legales vigentes a través de la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental, a fin de prevenir la contaminación de los recursos: aire, suelo y agua.
- ❖ Garantizar la comercialización de una mezcla óptima de productos con mayor valor agregado, mediante estrategias y estudios de mercado, a fin de obtener la máxima rentabilidad.
- ❖ Crear, promover y desarrollar la capacidad del trabajador venezolano, para lograr la eficiencia y control de la tecnología de producción con las operaciones para que sean realizadas en forma precisa.
- ❖ Mantener un sistema promotor de la honestidad y capacidad profesional en el trabajo, minimizando los riesgos de corrupción administrativa y moral.
- ❖ Buscar la eficiencia del funcionamiento de CVG CABELUM dentro de su propia naturaleza. Es una empresa del estado creada para generar divisas.
- ❖ Promover el bienestar social para satisfacer las necesidades del personal de la empresa.
- ❖ Mantener un sistema de información que permita al personal directivo conocer los objetivos, políticas y planes concretos de acción a seguir

2.5.4 POLÍTICAS DE LA EMPRESA

2.5.4.1 POLÍTICAS DE PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD

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

2.5.4.2 POLÍTICA COMERCIAL

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

2.5.4.3 POLÍTICA DE CALIDAD

Superar las expectativas de nuestros clientes, trabajadores, accionistas y comunidades, generando productos, servicios y programas de excelencia e integración, mediante el mejoramiento continuo del Sistema de Gestión de la Calidad que asegure una confiable manufactura y comercialización de alambón, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines, con la participación de sus trabajadores, clientes, proveedores y comunidades; cumpliendo con los requerimientos de los clientes y con las normativas legales vigentes, preservando el medio ambiente.

2.5.4.4 POLÍTICA SOCIAL

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

2.5.4.5 POLÍTICA AMBIENTAL

CVG CABELUM empresa productora de alambón y conductores de aluminio garantiza el mejoramiento continuo de los procesos y se compromete a cumplir con la Legislación Ambiental vigente, contribuir con la prevención y el control de la contaminación, con especial énfasis en las emisiones atmosféricas, efluentes industriales y el manejo integral de los desechos para la conservación del ambiente.

2.5.4.6 POLÍTICA DE DESARROLLO

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

2.5.5 FUNCIONES

Entre las principales funciones que tiene la empresa Conductores de Aluminio, C.A. (CABELUM, C.A.), la cual es una empresa productora de conductores eléctricos de aluminio y aleaciones con más de treinta años en operaciones, presencia y reconocimiento en el mercado nacional e internacional, se pueden mencionar:

- **Presidencia:** Dirigir la administración y funcionamiento de la empresa C.V.G CABELUM C.A. hacia el logro de sus objetivos previstos y en concordancia con las disposiciones de la Junta Directiva y la Asamblea de Accionistas.
- **Tecnología:** Proveer asistencia técnica especializada e infraestructura en materia de sistemas de información y comunicación, así como asegurar la disponibilidad a través de la instalación, operación y mantenimiento de los mismos de acuerdo al Plan de Sistemas enmarcado dentro del Sistema de Gestión de la Calidad.
- **Operaciones:** Dirigir, controlar y operar el proceso de manufactura de alambón y conductores de aluminio, a través del Sistema de Gestión de Calidad para el logro de los objetivos y metas de la empresa, garantizando el cumplimiento de los planes y programas de producción, ambiente, higiene, salud y seguridad industrial en el

trabajo, así como el mejoramiento continuo de los procesos técnicos y administrativos; en concordancia con los lineamientos emanados de la alta dirección de la empresa.

- **Comercialización:** Garantizar la venta de los productos manufacturados por C.V.G. CABELUM C.A. de forma rentable y competitiva, satisfaciendo los requerimientos de los clientes, en términos de calidad, cantidad y oportunidad. Cumpliendo con la normativa legal vigente.
- **Logística:** Recepción, control y almacenamiento de materiales, herramientas, piezas y equipos que ingresan a las instalaciones de la empresa C.V.G. CABELUM, mediante el cumplimiento de las normas que garanticen la calidad de los insumos presentes en el proceso productivo.
- **Control de Calidad:** Inspeccionar la materia prima recibida en planta, a fin de verificar su composición química y determinar a su vez, si cumple totalmente con el certificado del proveedor.
- **Personal:** Disponer de un talento humano competente, identificado con la organización de la empresa y asegurar que sea el más efectivo y especializado.
- **Administración:** Proveer y administrar racionalmente los recursos financieros que garanticen las operaciones de la empresa en términos de rentabilidad, confiabilidad y oportunidad.
- **Ingeniería:** Diseña los proyectos de inversión de la empresa así como de la asistencia técnica de las operaciones.

2.5.6 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

A continuación se muestra el organigrama general actual de C.V.G. CABELUM C.A:

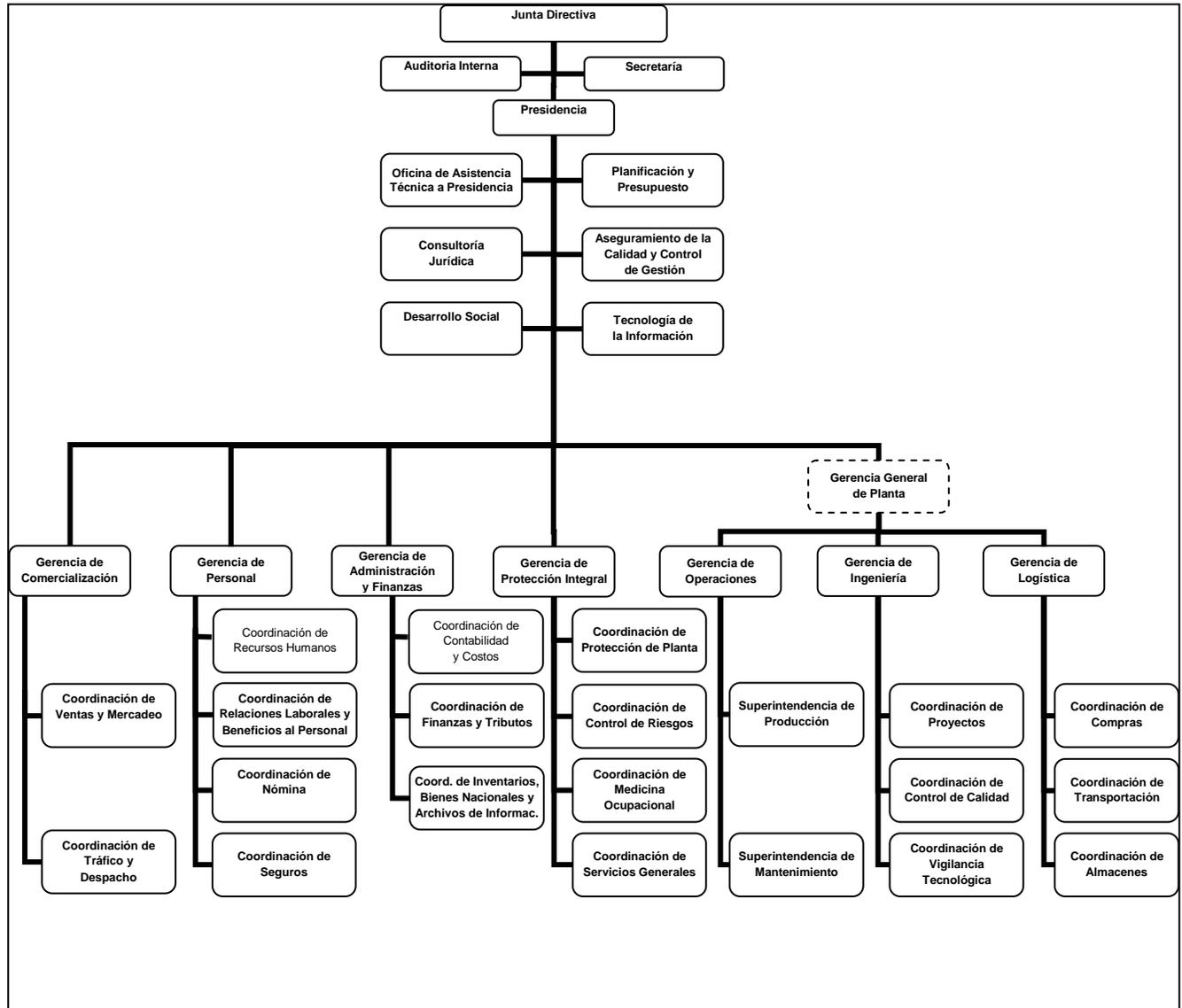


Figura 2. Organigrama General de C.V.G. CABELUM
 Fuente: Manual de Sistema de Gestión de Calidad de C.V.G. CABELUM

- **Gerencia General de Planta:** es una gerencia temporal que coordina a las gerencias de Operaciones, Ingeniería y Logística.
- **Gerencia de Operaciones:** se encarga de todo lo relacionado con la producción y el mantenimiento de maquinarias y equipos.
- **Gerencia de Ingeniería:** se ocupa de los proyectos de inversión de la empresa así como de la asistencia técnica de las operaciones.
- **Gerencia de Logística:** se encarga de todas las funciones de logística, compras, almacenes de materia prima, materiales y suministros además del transporte son llevadas a cabo en esta gerencia.
- **Gerencia de Comercialización:** efectúa el mercadeo y las ventas de la organización, adicionalmente es responsable de los inventarios de productos terminados.
- **Gerencia de Personal:** se ocupa de todas las funciones relacionadas con el capital humano: selección, adiestramiento, contratación colectiva, beneficios, nómina y seguros.
- **Gerencia de Administración y Finanzas:** lleva los indicadores financieros, la contabilidad, determina los costos de la empresa, además de encargarse de las cobranzas y la declaración de impuestos. También es responsable de los bienes de la organización.
- **Gerencia de Protección Integral:** se ocupa de resguardar la seguridad de los trabajadores y de los bienes de la empresa.

2.6 SECTOR PRODUCTIVO

La empresa C.V.G. Conductores de Aluminios de Caroní C.A, es una empresa de sector productivo secundario, ya que ésta se encarga de transformar el aluminio (materia prima) proveniente de C.V.G ALCASA y C.V.G. CABELUM en alambón, conductores eléctricos de aluminio, aleaciones y afines en forma sustentable.

2.7 PROCESO PRODUCTIVO

En el mapa de procesos (Ver Figura 4) se explica a grandes rasgos con cuatro procesos operacionales descritos seguidamente: Fundición, Trefilación, Tratamiento Térmico y Cableado.

- **Fundición.**

En esta etapa el aluminio primario sólido es fundido hasta ser convertido en aluminio líquido, luego transferido a los hornos retenedores donde se preparan las diferentes aleaciones que al alcanzar la composición química requerida, son transportadas por la canal de colada, a través de la cual el metal líquido es sometido a un proceso de desgasificado en el Reactor Mint y posteriormente a un proceso de filtrado de impurezas mediante un filtro cerámico. El metal líquido libre de impurezas es vaciado en la Rueda de Colada donde es enfriado conformándose la barra trapezoidal de metal sólida que va a ser laminada en caliente en el Laminador marca Properzi, hasta obtener el alambón de 9,5 ó 12 mm de diámetro.

- **Trefilación.**

Es un proceso de elongación en frío donde el alambón de 9,5 mm es estirado hasta el diámetro del alambre requerido para la conformación de los conductores. En el caso de aleaciones, el alambre es tratado en los hornos

de tratamiento térmico para alcanzar determinadas propiedades mecánicas y eléctricas de acuerdo a las especificaciones técnicas de los conductores.

- **Tratamiento Térmico**

Es un proceso que consiste en acelerar artificialmente el envejecido del alambre de aleación mediante la aplicación de curvas de temperaturas adecuadas al diámetro del alambre, de manera tal de obtener las propiedades requeridas por las normas para la fabricación de Conductores.

- **Cableado.**

El proceso de cableado consiste en el trenzado de los hilos de alambre de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada conductor. Actualmente, CVG CABELUM dispone de equipos de cableado que le permiten la conformación de conductores eléctricos de aluminio y aleaciones de 7 hilos, 19 hilos, 37 hilos y 61 hilos. El Conductor Eléctrico es el producto final de CVG CABELUM y de mayor valor agregado.

El proceso productivo general de CVG VENALUM puede apreciarse en la Figura 3.

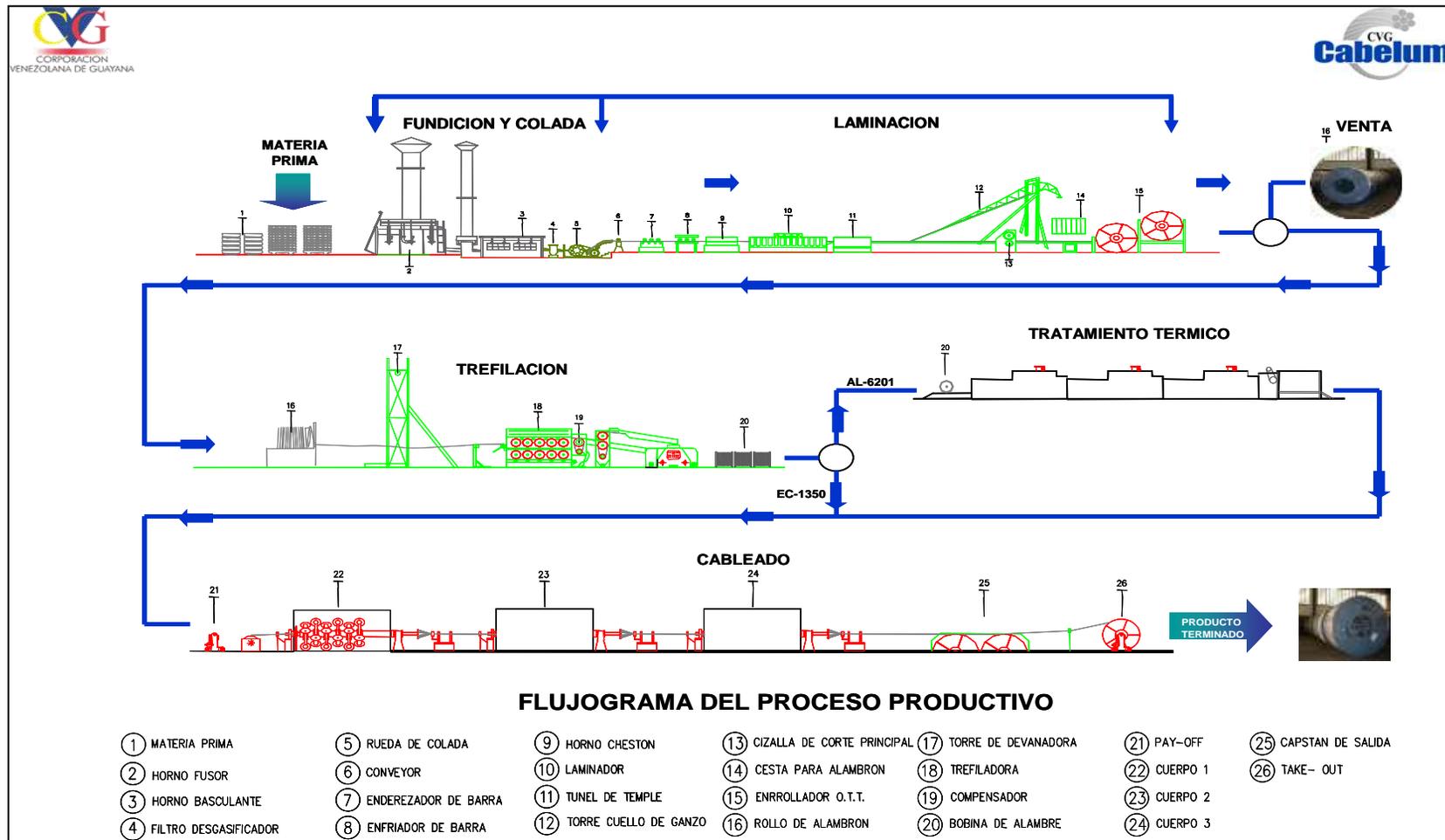


Figura 3: Diagrama de Proceso Productivo de C.V.G. CABELUM
 Fuente: Manual del Sistema de Gestión de Calidad de C.V.G. CABELUM

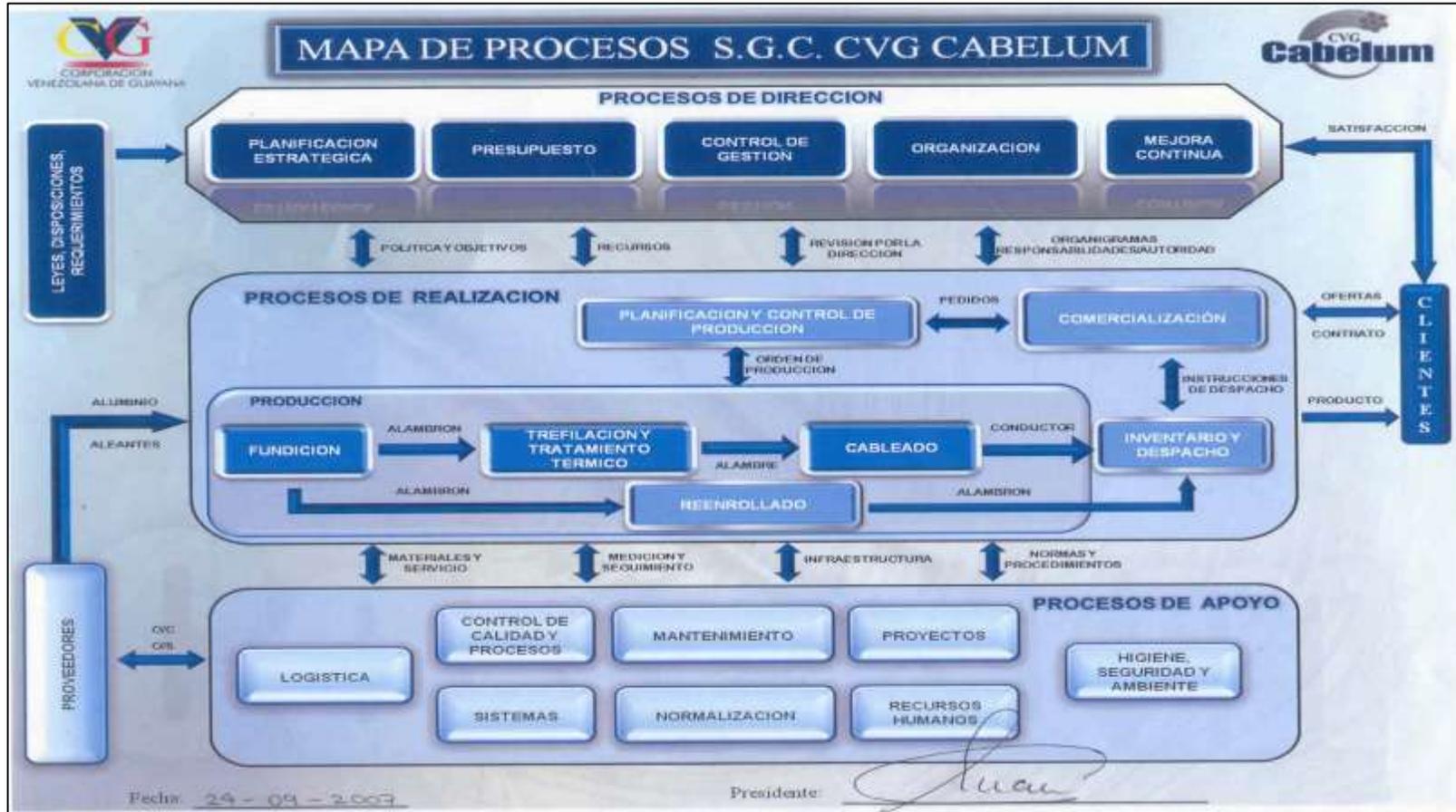


Figura 4: Mapa de Procesos de C.V.G CABELUM
 Fuente: Manual de Sistema de Gestión de Calidad de C.V.G. CABELUM

2.8 PRODUCTOS ELABORADOS

C.V.G CABELUM fabrica todos los tipos de Conductores desnudos de Aluminio para líneas de Transmisión y Distribución de energía eléctrica.

Los principales tipos son:

- Conductores de Aluminio tipo AAC.
- Conductores de Aleación de Aluminio 6201 (Arvidal) tipo AAAC.
- Conductores de Aluminio reforzados con Aleación de Aluminio tipo ACAR.
- Conductores de aluminio reforzados con Acero tipo ACSR.
- Conductores de Aleación de Aluminio reforzados con Acero tipo AACSR.

En adición a lo anterior, C.V.G CABELUM fabrica como productos semiterminados, alambrón en aleaciones de 1350, 6201, 6101, 5005, 8076 y 8176. Presentados en:

- Carrete de 2000 Kg
- Standard
- Tacos
- Paletas de Madera

C.V.G CABELUM está dispuesta a acometer cualquier otra construcción que el cliente pueda requerir.



Figura 5: Alambrón

Fuente: Catálogo de Productos de C.V.G. CABELUM

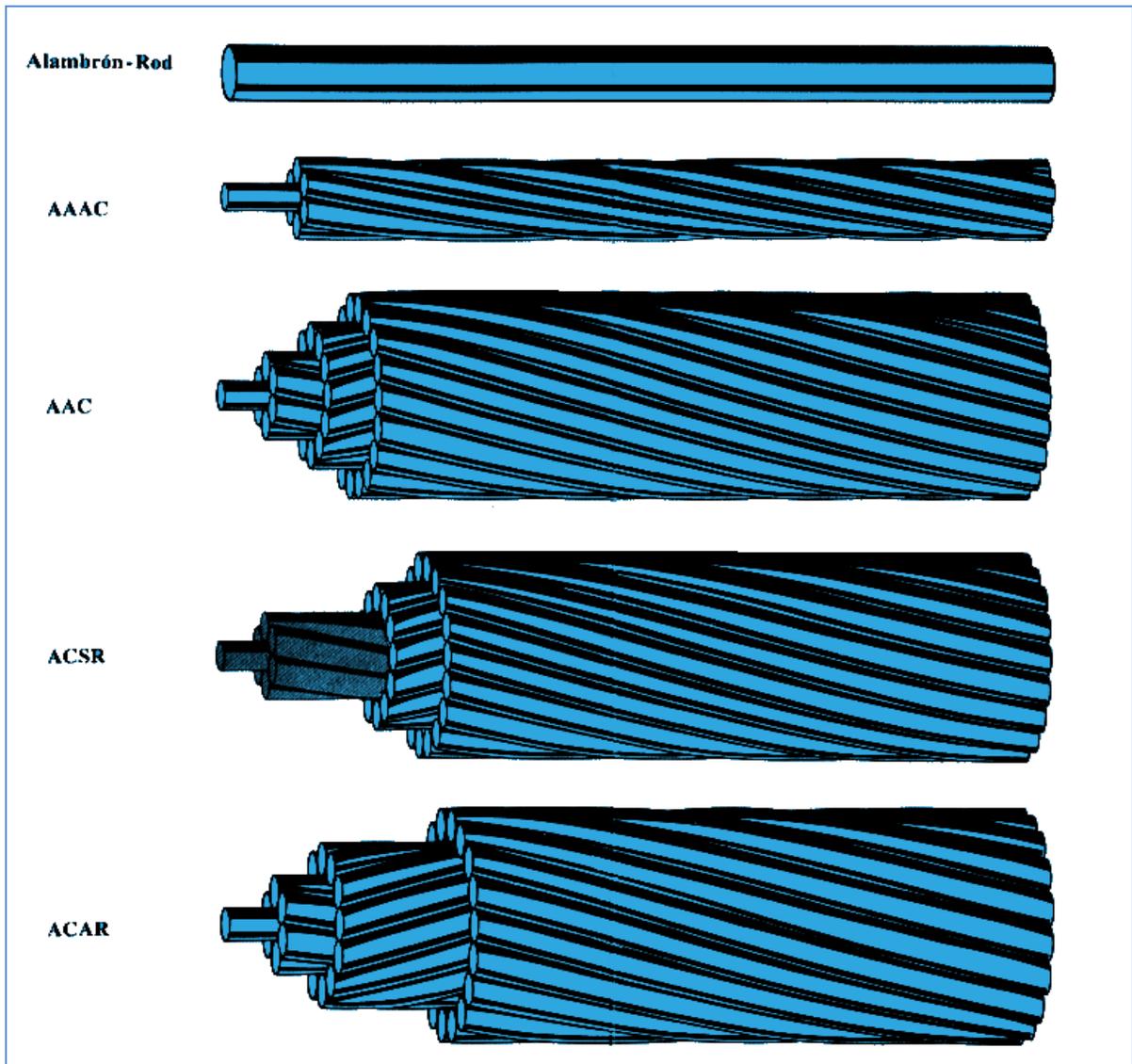


Figura 6: Conductores de Aluminio Fabricados por C.V.G. CABELUM

Fuente: Catálogo de productos de C.V.G. CABELUM

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo muestra los antecedentes de la investigación y el marco conceptual que es el grupo central de definiciones y teorías que se utilizarán para formular y desarrollar el argumento de la investigación.

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a término la investigación, fue de gran importancia consultar estudios realizados acerca del tema de interés, o que estén relacionados con el mismo, en este caso con la estandarización de los procesos desarrollados en una industria.

LYÓN, (2004) realizó un trabajo con el objetivo de “Estandarizar y mejorar el sistema de manejo y almacenamiento de cilindros en el área de acabado (Sierra Wagner y hornos homogeneizado Guinea I y II) de Fundición II en la empresa C.V.G ALCASA”. La metodología aplicada consistió en una investigación descriptiva no experimental, en la cual se aplicó un diseño evaluativo de campo. La población fue la planta de Fundición II y la muestra fue el área de acabado Sierra Wagner y Horno Homogeneizado Guinea I Y II de la planta de Fundición II en la empresa C.V.G ALCASA, durante un período de tres meses en el año 2004.

El estudio se llevó a cabo para controlar la producción, el flujo de material, el flujo de equipos móviles, reducir los actos inseguros en el proceso y aprovechar al máximo la capacidad instalada de cada tipo de almacén. Esto se alcanzó mediante la realización de procedimientos para el manejo y

almacenaje de cilindros que incrementen la productividad en los equipos, la determinación del tiempo estándar para cada proceso y la optimización de los recorridos presentes en los mismos.

Este trabajo se asemeja a la investigación que se pretende realizar, pues se puede notar la importancia de estandarizar el sistema de manejo y almacenamiento de cilindros, mediante la elaboración de los procedimientos o prácticas operativas y la determinación del tiempo estándar para cada proceso.

SUNIAGA, (2007) realizó un trabajo que tuvo por objeto “Diagnosticar la efectividad de los métodos empleados por las distintas áreas que conforman el Taller Central de la Empresa DELL’ACQUA C.A., a fin de establecer mejoras en los métodos existentes, mediante la implantación de manuales que permitan la realización de actividades seguras, con movimientos mínimos que incidan en la reducción de los tiempos totales empleados para el logro de las mismas”. Sus bases teóricas se soportan en los planteamientos de los autores Niebel Benjamin (Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos 1990) y Fernández De Pinedo (Condiciones de Trabajo y Salud 1998).

Metodológicamente, se tipificó como una investigación de campo, no experimental del tipo descriptivo, evaluativo y aplicado. La población y muestra quedó conformada por las siete (7) áreas que componen el Taller Central de la empresa Dell’acqua, y por los trabajadores que laboran en las mismas, los cuales corresponden a tres (3) operarios en el área de soldadura, diez (10) en el área de mecánica, tres (3) en el área de electromecánica, dos (2) en el área de motores, tres (3) en el área de tornería, dos (2) en el área de lubricación y tres (3) en el área de vigilancia; haciendo un total de 26 trabajadores.

Los resultados alcanzados con el trabajo de Suniaga se asemejan a los que se desarrollarán en los objetivos específicos 1, 2 y 4 de la presente investigación. Ya que se procuró conocer de manera específica la efectividad de los métodos empleados para la realización de las reparaciones en el área de Taller Central, permitiendo detectar las debilidades que se presentaban en los métodos puestos en práctica, finalmente se aportaron alternativas que conllevan a la mejora de cada uno de los procesos y en consecuencia la disminución de los tiempos necesarios para la realización de los mismos

De la misma manera llevando a cabo un estudio minucioso de las condiciones de trabajo para las áreas de fundición, colada y laminación, se determinarían todos los factores que intervienen negativamente en la realización de las labores por parte de los operarios, de manera que CVG CABELUM podría convertirse en una de las empresas modelo en cuanto a efectividad, calidad y altos niveles de producción de alambrón en el ámbito nacional e internacional.

CASTILLO, (2009) desarrolló una investigación que guarda estrecha relación con la propuesta, el objetivo general de la investigación fue “Optimizar el proceso productivo de aleaciones de aluminio, en presentación de lingotes de 10 Kg. en Alloys Metals C.A”. Este estudio tiene como finalidad la estandarización de movimiento y tiempo de cada operación, además de los parámetros operacionales de este proceso mediante la elaboración de un manual de operaciones.

Para realizar este estudio se ejecutó una investigación aplicada, descriptiva del tipo de campo. Se realizó una evaluación a las actividades realizadas en este proceso para identificar los elementos productivos y no productivos y así poder establecer mejoras en ellas. Se realizó un estudio de métodos a cada actividad para obtener la manera más eficiente de realizarla, así como también un estudio de tiempo, obteniendo tiempo estándar de carga, fusión

de aluminio, enfriamiento de lingotes, armado de lingotes en bulto, flejado, pesaje y preparación de línea, para luego calcular tiempo total de producción. Finalmente se concluyó que existen eventualidades en el proceso que afectan en el cumplimiento eficiente de cada operación.

CVG CABELUM podría tomar en cuenta estas ideas y diseñar propuestas de mejoras que hagan que los procesos desarrollados en la misma sean más eficientes y productivos, teniendo como meta convertirse en una empresa moderna, fabricando productos de calidad, ajustados a más altos parámetros de calidad tanto nacional como internacional.

3.2 BASES TEÓRICAS

3.2.1 INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de Métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la Ingeniería de Métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

Los términos Análisis de Operaciones, Simplificación del Trabajo, Optimización del Proceso, Organización Científica del Trabajo (O.C.T) e Ingeniería de Métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. La Ingeniería de Métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto (Ver Figura 7).

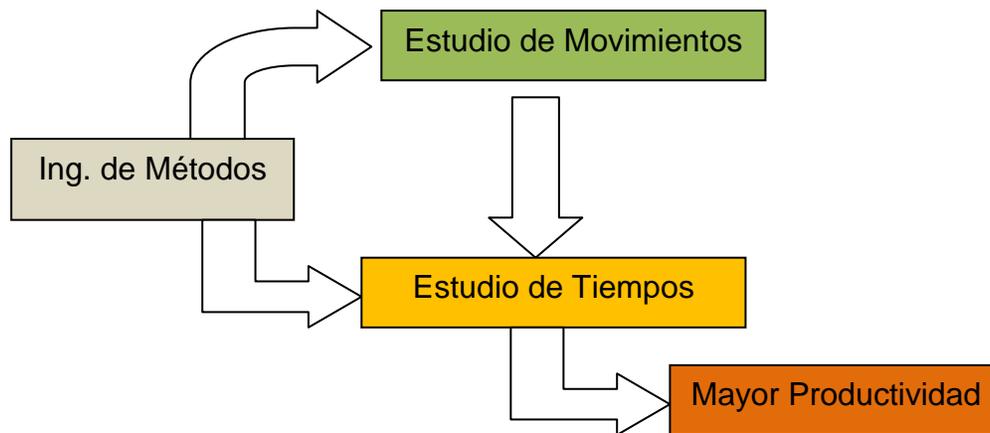


Figura 7: Ramas de la Ingeniería de Métodos
Fuente: Material dado por el Prof. Iván Turmero

3.2.2 ESTANDARIZACIÓN O NORMALIZACIÓN

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo y los tiempos para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica. En las normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda. En el estudio de tiempos se determina cuanto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una operación, usando los métodos y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo y laborando a una velocidad normal.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, en el tiempo dado, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

3.2.3 ESTUDIO DE TIEMPO

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo estándar para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

3.2.3.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE TIEMPO

Con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres en Francia en el siglo XV, fue cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

En 1903, en la reunión de la A.S.M.E efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo " Administración Taller", cuya metodología aceptada por muchos industriales reportando resultados muy satisfactorios. En la actualidad no existe ninguna restricción en la aplicación de estudio de tiempos en ninguna empresa o país industrializado.

3.2.3.2 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Estos elementos comprenden la selección del operario, el análisis del trabajo y la descomposición del mismo en sus elementos, el registro de los valores elementales transcurridos, la calificación de la actuación del operario, la asignación de márgenes apropiados y la ejecución del estudio.

3.2.3.2.1 SELECCIÓN DEL OPERARIO

El primer paso para iniciar el estudio de tiempos se hace a través del supervisor del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el supervisor como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. El operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista.

3.2.3.2.2 TRATO CON EL OPERARIO

El analista debe mostrar interés en el trabajo de operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no solo a establecer el estándar justo, sino que hará más agradable los trabajos.

3.2.3.2.3 ANÁLISIS DE MATERIALES Y MÉTODOS

El valor de identificar plenamente el método en estudio es muy importante, para encontrar un buen tiempo estándar es necesario que el método estudiado este vigente y que tal método sea conocido perfectamente.

Cambios mayores de los métodos se hacen frecuentemente sin dar aviso al departamento de estudios de tiempos. La investigación frecuentemente revelará que un cambio en el método habrá sido la causa de un estándar inequitativo.

Con objeto de conocer que pieza o piezas del trabajo deberían ser re-estudiadas, el analista debe tener una información del método usado cuando el trabajo fue estudiado originalmente. Si no es posible recabar esta información y la tasa es muy holgada, el único recurso de que dispone el analista es dejar la tasa tal como está mientras dure este trabajo, o bien, cambiar el método de nuevo y estudiar luego inmediatamente el trabajo.

Deberá registrarse información acerca del tipo de material que ha venido usándose, así como del material que se emplea en las herramientas de corte. Se ha dicho también que hay que mejorar los métodos continuamente con objeto de progresar; es necesario hacer y registrar un análisis completo de los materiales y los métodos existentes, antes de comenzar a tomar las lecturas cronométricas.

3.2.3.2.4 REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA

Debe anotarse toda la información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándares; también será útil para mejoras de métodos, evaluación de operaciones y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones

se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como índice de calor, tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

3.2.3.2.5 COLOCACIÓN O EMPLAZAMIENTO DEL OBSERVADOR

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto personal del piso de producción. En el curso de estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a trastornar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

3.2.3.2.6 DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos por elementos. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica el trabajo que termine con un sonido o movimiento distintivo.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los de la ejecución manual.

3. No combinar constantes variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse punto terminal. La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. La forma impresa para el estudio de tiempos ofrece la flexibilidad necesaria para estudios diversificados.

3.2.3.3 REQUERIMIENTOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPOS

Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.

- El método a estudiar debe haberse normalizado, es decir, deben haberse establecido las prácticas operativas en la empresa.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.
- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

3.2.3.4 HERRAMIENTAS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

- **Cronómetro:** Es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente.
- **Cámara de videograbación:** Son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar la película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales.
- **Tabla de Tiempos:** Consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador.

3.2.3.5 MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPO CON CRONÓMETRO

- **Método de Regreso a Cero:**

El método de regreso a cero tiene ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempo

usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces la lectura se inserta directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial. Entre las desventajas del método de regreso a cero está la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores.

- **Método Continuo:**

El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regreso a cero. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos.

3.2.3.6 TIEMPO ESTÁNDAR

Es una función de la cantidad de tiempo requerido para realizar una tarea, usando un método y equipos dados, bajo condiciones de trabajo específicas, por un trabajador que posea suficiente habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la tarea en cuestión, y trabajando a un ritmo que permite que el operario haga el esfuerzo máximo sin que ello le produzca efectos perjudiciales. También se puede definir tiempo estándar como el tiempo

requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

3.2.3.6.1 PROPÓSITO DEL TE (TIEMPO ESTÁNDAR).

- Base para el pago de incentivos.
- Denominación común para la comparación de diversos métodos.
- Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de nuevo equipo.
- Base para elaborar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Elaboración de los planes de mantenimiento

3.2.3.6.2 MÉTODO DE RANGO DE ACEPTACIÓN

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (K) y la media de la muestra (\bar{X}), este intervalo indica el valor de muestreo, es decir, cuando puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión $K=10\%$ y un coeficiente $C = 90\%$, exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer ciertos valores.

Operación	M	LM	Lm	Δ	Rango	M	Tc, M-1	IM	I	X

$$\Delta = 0.5 \times [|X - LM| + |X - Lm|]$$

Rango de aceptación:

$$X + \Delta$$

$$X - \Delta$$

Donde:

M = Número de observaciones realizadas.

LM = Lectura mayor

Lm = Lectura menor

Δ = Variación

IM = Intervalo de la muestra

I = Intervalo predefinido

X = TPS

3.2.3.6.3 MÉTODO GENERAL ELECTRIC

Este método fue desarrollado por un conjunto de investigadores, que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo rango y en diferentes países, el tiempo de duración de varios procesos, llegando a establecer una relación entre el tiempo de duración y el número de operaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Método General Electric

Tiempo del ciclo (min)	Observaciones a realizar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Material dado por el prof. Iván Turmero

Mientras más rápido sea el tiempo de ciclo mayor debe ser el número de muestras a tomar debido a que la probabilidad de ocurrencia de errores es más elevada.

3.2.3.6.4 DISTRIBUCION T DE STUDENT

Es una distribución simétrica con media (0) cero. Su gráfica es similar a la Distribución Normal Estándar. La distribución t Student depende de un parámetro llamado “Grados de libertad”; éstos están dados por $n - 1$, donde n representa el tamaño de la muestra. En la distribución t, el intervalo de confianza permite determinar la exactitud, la cual, de acuerdo al uso final de los resultados, puede establecerse del 3% al 10%. Esta se denota con la letra K.

3.2.3.6.5 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

1. Definir el coeficiente de confianza: (C)

Va a depender del conocimiento del proceso y del manejo de la herramienta.

2. Definir el intervalo de confianza: (I)

$$Lc = I = X \mp \frac{Tc \times S}{\sqrt{n}}$$

$$Tc = T(c, \mu) = T(c, n - 1)$$

Donde:

X: Tiempo promedio seleccionado

Tc: T de Student

S: Desviación estándar

n: número de muestras

3. Determinar la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

4. Determinar el intervalo de muestra: (Im)

$$Im = \frac{2 \times Tc \times S}{\sqrt{n}}$$

5. Criterio de decisión

$$\text{Si } \begin{cases} Im \leq I \rightarrow \text{Acepta} \\ Im > I \rightarrow \text{Rechaza } \therefore \text{Recalculo de n} \end{cases}$$

6. Nuevo tamaño de la muestra (N')

$$N' = \frac{4 \times Tc^2 \times S^2}{I^2} \quad \therefore N = N' - n$$

3.2.3.6.6 TIEMPO NORMAL

Es el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la "normal", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal.

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

3.2.3.6.6.1 CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

- Por fórmulas estadísticas.
- Por medio del ábaco de Lifson.
- Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.
- Por medio del criterio de la General Electric.

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

$$TN = TPS * Cv$$

$$Cv = 1 \pm C$$

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

3.2.3.6.7 CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para definir el factor de calificación (c). Es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

$$Cv = 1 \pm C$$

La calificación se realiza durante la observación de tiempos elementos, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la situación normal. La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea. Entre los métodos utilizados para la calificación de velocidad están: Sistema Westinghouse (más utilizado), sistema Westinghouse Modificado, calificación sintética, calificación por velocidad, calificación objetiva.

3.2.3.6.7.1 REQUISITOS DE UN BUEN SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Que haya exactitud en sus resultados, se considera que el error debe ser muy pequeño (supuesto normalmente dentro de un 5% por defecto o por exceso).
- Que sus resultados sean concordantes, es decir que el error tiende a producirse siempre en un mismo sentido y con valores casi iguales en todas las aplicaciones.
- Que sea simple, que el procedimiento para calificar pueda explicarse en términos sencillos, tales que el operario pueda comprender como funciona.
- Objetividad del encargado del estudio de tiempos a la hora de establecer los niveles de ejecución.
- Que el encargado del estudio tenga bien claro lo que es un operador calificado normal.

3.2.3.6.7.2 SISTEMA WESTINGHOUSE

La *corporación Westinghouse* publicó en el año 1927 un sistema de valoración de la actuación del trabajador, el tema que hacía especial atención a cuatro factores: 1) Habilidad; 2) Esfuerzo; 3) Condiciones de trabajo y 4) Regularidad. Cada uno de estos factores tiene una valoración numérica ordenada según el grado con que se presenten. El tiempo observado en el estudio de tiempos se transforma en tiempo normal al multiplicarlo por la suma de las evaluaciones de cada uno de los cuatro factores (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Sistema Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobre

Fuente: Manual de Ingeniería de Métodos de Freddy Durán 2007.

3.2.3.6.8 DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo. Por lo tanto, la tolerancia es "el valor o porcentaje de tiempo mediante el cual se aumenta el tiempo normal, para la cantidad de tiempo improductivo aplicada, para compensar las causas justificables o los requerimientos de normas generales que necesitan un tiempo de desempeño que no se mide en forma directa para cada elemento o tarea". Estas se aplican para cubrir tres áreas generales:

- **Necesidades Personales:** Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.
- **Fatiga:** Se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrade.

El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio está conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos

los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.

- **Demoras Inevitables:** Incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

Por otro lado, existen las demoras evitables, son interrupciones de la labor que incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, suspensiones del trabajo indebidas e inactividad distinta del descanso por fatiga normal; causadas intencionalmente por el obrero, por lo que no son consideradas en la determinación del tiempo estándar.

3.2.3.6.9 PASOS PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

Una vez realizadas las mediciones del trabajo y registrados sus tiempos elementales, se obtiene el Tiempo Estándar de la operación como sigue:

1. Se analiza la consistencia de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:
 - Si las variaciones son debidas a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
 - Cuando las variaciones sean inexplicables, deben analizarse cuidadosamente antes de eliminarlas. Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable. Si hay dudas, siempre es preferible repetir el estudio.
2. En cada uno de los elementos se suman las lecturas (X) que han sido consideradas como consistentes.
3. Se anota el número de lecturas (n) que han sido consideradas para cada elemento.

4. Se divide para cada elemento la suma de las lecturas ($\sum X_i$) entre el número de lecturas (n), el resultado, es el tiempo Promedio por elemento.

$$TP = \sum X_i / n$$

5. Se suman todos los tiempos promedios de cada elemento, y así se obtiene el tiempo total promedio de la actividad.

$$TTP = \sum TP$$

6. Se calcula el tiempo normal de trabajo.

$$TN = TTP * Cv$$

7. Se calcula el tiempo estándar de trabajo:

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

3.2.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO (LAYOUT)

Se considera de gran importancia la verificación de la disposición de los equipos, máquinas y herramientas que se encuentran en las distintas zonas que conforman el área de fundición, pues, una adecuada distribución permitirá la realización de actividades en forma más efectiva.

Al elaborar el programa de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

La Figura 8 ilustra un diagrama de recorrido de actividades elaborado junto con un diagrama de curso de proceso con miras a mejorar la fabricación del fusil o rifle Garand (MI) en la Springfield Armory. Esta presentación gráfica, junto con el diagrama de flujo de proceso, dio como resultado poder lograr ahorros que aumentaron a 3600 por turno, la producción anterior de 500 cañones de fusil con el mismo número de empleados. La figura 9 ilustra el diagrama de recorrido de actividades de la distribución revisada.

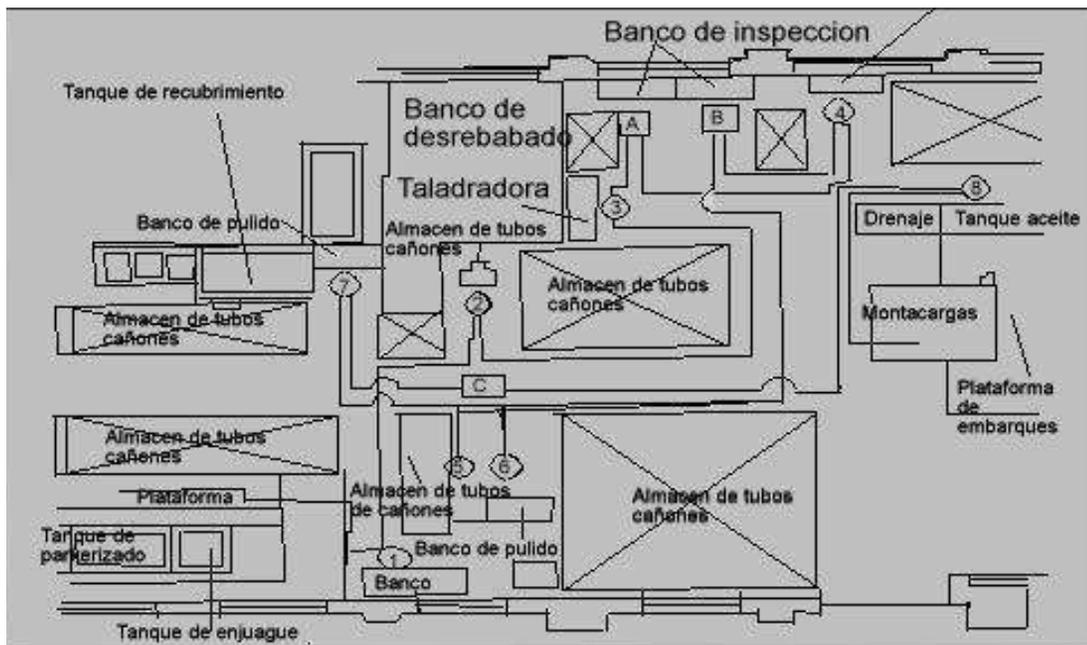


Figura 8: Diagrama de Recorridos
Fuente: Niebel Benjamín

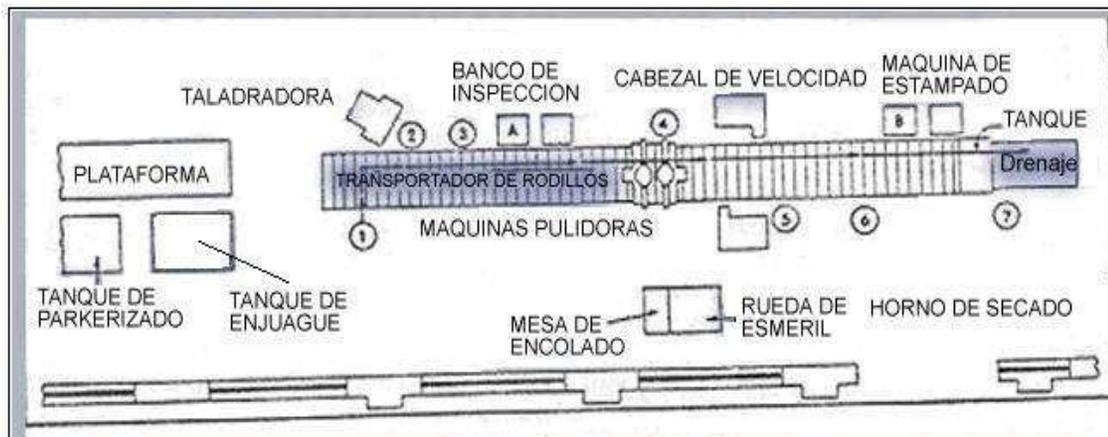


Figura 9: Diagrama de Recorrido Revisado
Fuente: Niebel Benjamín

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en el puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

El diagrama de circulación es una modalidad del diagrama del proceso del recorrido y se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso levantando. Utilizando para ello los mismos símbolos empleados en el diagrama del proceso de recorrido.

3.2.4.1 PATRÓN DE PROCEDIMIENTOS

La parte analítica de planear la organización general total empieza con el estudio de los datos de consumo, ya que primero viene un análisis del flujo de los materiales, pero, en adición a las áreas de producción, las muchas áreas de servicio de soporte deben estar completamente integradas y planeadas. Es un hecho, que muchas organizaciones como oficinas y laboratorios y plantas que producen pequeños artículos, no tienen un tradicional flujo de materiales el cual un análisis significativo del mismo puede

hacer que como resultado, se desarrollen o generen los diagramas de la relación entre actividades de servicio u otras razones del flujo de materiales es frecuentemente de igual importancia.

Estas dos investigaciones, están después combinadas en un diagrama de flujo de relación de actividades. En este proceso, las variadas áreas de actividades o departamentos están geográficamente esquematizadas sin consideración al espacio de piso actual que cada una requiere. Para llegar a los requerimientos de espacio, el análisis debe de ser hecho de procesos de maquinado y equipo necesario y las facilidades de servicio incluidas. Estos requerimientos de área deben ser balanceados de acuerdo al espacio disponible, luego, el área permitida para cada actividad "sostendrá" la relación de actividades esquemática para formar un diagrama de relación de espacio.

Toda distribución de planta se basa en tres parámetros:

Por lo tanto, estos tres parámetros siempre constituyen la parte medular de cualquier proyecto de distribución de planta en su fase de planeación. Por lo que, el modelo de planeación correspondiente a sus procedimientos se basan directamente en éstos parámetros. Relaciones y espacio están esencialmente "casadas" en este punto. El diagrama de relación de espacios es casi una organización, pero, no es una organización tan efectiva hasta que está ajustado y manipulado para integrar con las consideraciones de arreglo y modificación que también lo afectan, esto incluye algunas consideraciones básicas como métodos de manipulación, prácticas operativas, consideraciones de seguridad y otros aspectos. Como toda buena idea potencial y concierne estas características ya inventadas, deberá enfrentarse al cambio en lo práctico.

Como la integración y el ajuste de las consideraciones de modificación y las limitaciones prácticas del trabajo, una idea después de otra es probada y examinada. Las ideas que tienen valor práctico son retenidas y aquellas que no pasan el examen son descartadas. Finalmente, después de abandonar esos planes que no sirven, dos, tres, cuatro o tal vez cinco alternativas propuestas de organización pueden permanecer, cada una de ellas se podrá trabajar y cada una de ellas tiene un valor, el problema cae en decidir cual de estas alternativas de planes deberá ser seleccionada.

Estas alternativas de planes pueden llamarse plan X, plan Y y Plan Z, en este punto, el costo de algunos análisis de este tipo pueden hacerse junto con una evaluación de factores intangibles, como resultado de esta evaluación, una opción es hacerlo a favor de una alternativa o de otra, aunque en muchos casos el proceso de evaluación por si mismo sugiere una nueva, aún la mejor organización puede ser una combinación de dos o más de las alternativas de organización que se evaluaron.

El siguiente paso, la organización detallada, envuelve el reconocimiento de cada pieza específica de la maquinaria y equipo, cada uno aislado, en cada uno de los estantes del almacén y hacer para cada una de estas actividades, áreas o departamentos, conocer cual está obstruido en el análisis general total previo.

Como se mencionó con anterioridad, el paso III traslapa al paso II, esto significa que antes de finalizar actualmente la organización general total, ciertos detalles tendrán que ser analizados, por ejemplo, la actual orientación de un transportador pudo haber sido analizada antes y determinada en la organización general detallada, este es el tipo de investigación traslapada que toma la ingeniería de planeación en la planificación de la organización detallada en ciertas áreas antes de que el paso II esté completo.

Nótese que el plan detallado de organización debe ser hecha para cada área departamental envuelta, esto significa, que probablemente algunos ajustes deban ser hechos entre bloques departamentales como el detallado de las áreas que han sido planeadas, esto es, algunos reajustes de la organización general pueden ser llamados, claro, esto es importante no para ser gobernado por una muy rígida aplicación de la organización total general trabajada en el paso II.

Esta puede ser ajustada y cambiada dentro de los límites, como los detalles dentro de cada área que esté trabajando. En la planeación de la organización detallada, el mismo patrón de procedimientos que es utilizado en el paso se repite, sin embargo, el flujo de los materiales ahora se vuelve el movimiento de los materiales dentro del departamento.

Las relaciones del departamento se vuelven ahora relaciones del equipo dentro del departamento, similarmente, el espacio requerido ahora se vuelve el espacio requerido para cada pieza específica de maquinaria y equipo y es el área de soporte inmediato, además el diagrama de relaciones de espacio ahora se vuelve un áspero arreglo de temple u otras réplicas de maquinaria y equipo, hombres y materiales o productos.

Como en el paso II, algunas alternativas de organización pueden resultar, esto avanza hacia una evaluación para seleccionar la organización departamental más satisfactoria. Este patrón de procedimientos SLP provee una disciplina básica de planificación mientras al mismo tiempo por diferentes contenidos lógicos de los datos de consumo PQRST.

Y justo como el análisis de flujo de materiales se vuelve menos importante y la actividad del patrón entero tiene la flexibilidad de ser modificado para las necesidades de cualquier proyecto de organización, esto, se vuelve un asunto de ajuste de importancia de cada caja más que cambiar la secuencia del arreglo de cajas.

Es importante planear la distribución de planta antes de llevarla a la práctica, ya que hacerlo físicamente resulta excesivamente caro y más aún cuando se detectan los errores de los medios conocidos, de una manera racional, lógica y organizada.

3.2.5 DIAGRAMAS DE PROCESOS

Se definen los diagramas de procesos representaciones gráficas relativas a un proceso industrial o administrativo, de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido, y presenta los hechos que posteriormente se analizan, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Sirven o son utilizados para:

- Detallar el proceso, visualizar costos ocultos; y con el análisis se trata de eliminar las principales deficiencias en los procesos.
- Lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipos y áreas de trabajo dentro de la planta.
- Los diagramas de procesos representan uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos, ya que le permite tener a su disposición medios que le ayudan a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible.

3.2.5.1 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS



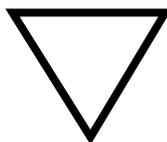
Operación: El símbolo utilizado para la operación es un círculo. Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto ; cuando dicho objeto es montado junto con otro, o desmontado de otro objeto y cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad.



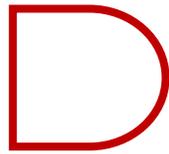
Inspección: El símbolo de la inspección es un cuadrado. Tiene lugar cuando un objeto es examinado para ser identificado o para verificar su conformidad de acuerdo a estándares establecidos de calidad o cantidad.



Transporte: El símbolo del transporte es una flecha cuya orientación se usa algunas veces para indicar el sentido del movimiento. Sucede cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dicho traslado forma parte de una operación o es realizado por el operario en su sitio de trabajo durante una operación o una inspección.



Almacenaje: El símbolo de almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Ocurre cuando un objeto se resguarda y protege contra un traslado no autorizado. Para que el objeto pueda ser sacado de este almacenaje, es necesaria una orden.



Demora: El símbolo de una demora es una letra D mayúscula. Se origina cuando las condiciones, excepto aquellas que cambian intencionalmente las características físicas o químicas del material, no permiten la inmediata realización de la siguiente acción planificada.



Actividad Combinada: Para indicar actividades realizadas conjuntamente, se combinan sus símbolos.

3.2.5.2 FINALIDAD DEL DIAGRAMA DE PROCESOS

- Es proporcionar una imagen clara en toda la secuencia de los acontecimientos en el proceso.
- Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de locales y el manejo de materiales.
- Disminuir demoras.
- Comparar dos métodos.
- Estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.

3.2.6 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

El Diagrama de Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. Es decir, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa (DI) es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y sub-ramas. Por ejemplo, una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas en manufactura son: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente. En ella, cada posible causa se agrega en alguna de las ramas principales (Ver Figura 10).

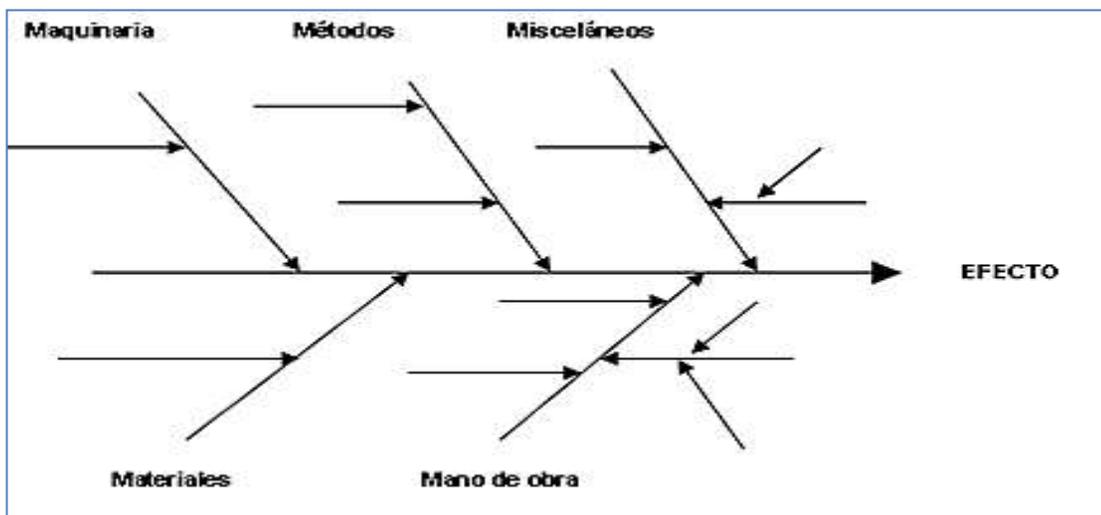


Figura 10: Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: WWW.TECNOCIENCIA.ES/ESPECIALES/SISTEMAS_GESTION/CALIDAD

Este diagrama es utilizado cuando:

- Se requiere realizar un análisis en forma gráfica y estructurada.
- Se necesite analizar una situación, condición o problema específico a fin de determinar las causas que los originan.
- Se desea analizar el resultado de un proceso y las cosas que necesitamos para lograrlo (visualización positiva)

3.2.6.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE UN DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

- ✓ **Paso 1:** Describir el efecto o atributo de calidad.
- ✓ **Paso 2:** Escoger una característica de calidad y escribirla en el lado derecho de una hoja de papel, dibujar de izquierda a derecha la línea de espina dorsal y encerrar la característica en un cuadrado, enseguida, escriban las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, cerrados también en un cuadrado.
- ✓ **Paso 3:** Escribir las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos, (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan a los huesos medianos como huesos pequeños.
- ✓ **Paso 4:** Asigne la importancia de cada factor y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre las características de calidad.
- ✓ **Paso 5:** Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

3.2.6.2 VENTAJAS ADICIONALES QUE TIENE EL USO DEL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

- Las causas del problema se buscan activamente y los resultados quedan plasmados en el diagrama.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que se han logrado sobre el proceso.
- Sirve para señalar todas las posibles causas de un problema y cómo se relacionan entre sí, con lo cual la solución de del problema se vuelve un reto y se motiva así el trabajo por la calidad.

3.2.7 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO: EL MÉTODO LEST

A pesar de ser términos conocidos y muy utilizados, es preciso definir claramente qué entendemos por Condiciones de Trabajo y por Salud desde una perspectiva prevencionista.

Mejora las Condiciones de Trabajo como un conjunto de factores o variables, relativos tanto al contenido de la tarea como a la organización del trabajo, que están presentes en una situación laboral y que pueden afectar a la salud del trabajador.

Mejorar las Condiciones de Trabajo implica determinar de forma global cuáles son estas condiciones, y cuánto y cómo afectan a la salud del trabajador, cada una y en conjunto, entendiendo por salud "el estado de bienestar completo físico, mental y social" definido por la Organización Mundial de la Salud en 1946. La principal aportación del Método de Análisis de las Condiciones de Trabajo elaborado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail (LEST), del CNRS, en Aix-en-Provence, es que permite cuantificar, y en consecuencia medir, variables que frecuentemente son tratadas de manera muy subjetiva.

3.2.7.1 OBJETIVO

Los autores del método definen por Condiciones de Trabajo el conjunto de factores relativos al contenido del trabajo que pueden tener repercusiones sobre la salud y la vida personal y social de los trabajadores.

En esta definición quedan excluidos los factores relativos a salario, ventajas sociales y seguridad en el empleo, por considerarlos objeto de un estudio distinto. Tampoco se tienen en cuenta los factores de riesgo profesional relativos a las condiciones de Seguridad e Higiene en el Trabajo los cuales

han de ser objeto, dada su prioridad, de acciones previas a la aplicación de esta metodología.

El LEST pretende ser una herramienta que sirva para mejorar las condiciones de trabajo de un puesto en particular o de un conjunto de puestos considerados en forma globalizada. Hay que señalar también que es un método que no requiere conocimientos especializados para su aplicación y que está concebido para que todo el personal implicado participe en todas las fases del proceso. Para ello cuenta con una Guía de Observación que, cuantificando al máximo la información recogida, garantiza la mayor objetividad posible, de forma que los resultados obtenidos en una situación concreta sean independientes de la persona que aplique el método.

3.2.7.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El método no puede ser utilizado en todos los puestos de trabajo sin distinción; muy esquemáticamente se puede decir que es aplicable preferentemente a los puestos fijos del sector industrial poco o nada cualificados. Sin embargo, algunas partes de la guía de observación, como las relativas al ambiente físico, a la postura y a la carga física de trabajo son también utilizables para evaluar otros puestos más cualificados del sector industrial y para muchos del sector servicios.

Por el contrario, no debe ser utilizado para evaluar aquellos puestos en los que las condiciones físicas ambientales y el lugar de trabajo varían continuamente, como el caso de los trabajadores de mantenimiento, construcción, etc.

Hay que señalar también que las preguntas relativas a la carga física y mental pueden presentar dificultades en aquellos puestos no repetitivos que no tienen un ciclo de trabajo bien determinado como pueden ser los de vigilancia o control.

3.2.7.3 LA GUÍA DE OBSERVACIÓN

La guía de observación es un cuestionario donde figuran una descripción de la tarea, una serie de preguntas a modo de indicadores que hacen referencia a 16 variables (numeradas del 1 al 16), agrupadas en 5 bloques de información (A, B, C, D y E), relativos al puesto de trabajo, y un breve cuestionario de empresa. En la Tabla 3 mostrada en la siguiente página, pueden observarse cada uno de los ítems que se contemplan en el método LEST.

Tabla 3. Método LEST

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	
<p>Trata de reflejar una descripción tan precisa como sea posible de la tarea efectuada por el operario en su puesto de trabajo antes de abordar pormenorizadamente cada uno de los elementos de sus condiciones de trabajo.</p>	
A. ENTORNO FÍSICO	
<p>1. <i>Ambiente térmico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura en el puesto de trabajo • Nivel de esfuerzo del trabajador en la realización de una tarea • Tiempo de exposición a la temperatura del puesto • Variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza • Manipulación de materiales (calientes o fríos) y utilización de medios de protección 	
<p>2. <i>Ruido:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel sonoro global • Nivel sonoro por banda de frecuencias • Ruidos de impacto 	
<p>3. <i>Iluminación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de iluminación en el puesto de trabajo • Nivel de iluminación general • Grado de contraste entre el objeto a observar y el fondo • Deslumbramiento • Tipo de iluminación (artificial, natural) 	
<p>4. <i>Vibraciones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia, amplitud y duración de las mismas 	
B. CARGA FÍSICA	
<p>5. <i>Carga estática:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Postura y duración de las mismas en el desarrollo de la tarea 	
<p>6. <i>Carga dinámica:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gasto en Kcal/día • Sexo 	
C. CARGA MENTAL	
<p>7. <i>Apremio de tiempo:</i> (Trabajos repetitivos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modo de remuneración (salario fijo, prima, etc.) • Trabajo en cadena o no • Número de pausas durante la jornada de trabajo • Obligación de recuperar o no los retrasos 	<p>7. <i>Apremio de tiempo:</i> (Trabajos no repetitivos)</p> <p>Además de lo referente a trabajos repetitivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de ausentarse del puesto de trabajo • Posibilidad de detener la máquina
<p>8. <i>Complejidad – rapidez:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración media de cada operación • Duración de cada ciclo • N°. de elecciones por ciclo 	

<p>9. <i>Atención</i> (Trabajos repetitivos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de atención requerido • Duración y continuidad de la atención • Riesgos de accidentes, frecuencia y gravedad de los mismos • Posibilidad de rechazo del producto • Posibilidad de hablar con los compañeros • Posibilidad de distraer la vista y durante cuánto tiempo • Riesgo de deterioro del material • Valor de las piezas o del producto • Características físicas del material utilizado 	<p><i>Atención</i> (Trabajos no repetitivos)</p> <p>Además de lo referente a trabajos repetitivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de máquinas a vigilar • Nº medio de señales por máquina • Duración de las intervenciones • Nº de intervenciones
<p>10. <i>Minuciosidad:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de percepción de los detalles • Dimensión de los objetos 	
<p>D. ASPECTOS PSICOSOCIALES</p>	
<p>11. <i>Iniciativa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de organizar el operario de trabajo • Posibilidad de controlar el ritmo (autocontrol) • Posibilidad de retocar piezas • Posibilidad de regular la máquina • Posibilidad de intervenir en caso de incidente 	
<p>12. <i>Status social:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Duración del aprendizaje • Nivel de formación requerido para el puesto 	
<p>13. <i>Comunicaciones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de hablar con los compañeros • Posibilidad de desplazarse • Número de personas cercanas 	
<p>14. <i>Cooperaciones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de relaciones de trabajo (cooperativas, funcionales, jerárquicas) • Frecuencia de las relaciones 	
<p>15. <i>Identificación con el producto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Situación del trabajador en el proceso productivo • Importancia de la transformación efectuada en la pieza o producto 	
<p>E. TIEMPO DE TRABAJO</p>	
<p>16. <i>Tiempo de trabajo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de horario (fijos, a turnos, etc.) • Duración semanal del trabajo 	
<p>CUESTIONARIO DE EMPRESA</p>	
<p>Información general sobre la empresa con respecto a fecha de construcción de los locales, equipos sanitarios, equipos sociales, organización de horarios y mantenimiento (limpieza) de las diversas partes de la empresa.</p>	

Fuente: Manual básico de prevención de riesgos laborales

3.2.7.4 EVALUACIÓN

La evaluación se basa en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 16 variables consideradas en la guía de observación. Los datos referentes a la descripción de la tarea y al cuestionario de empresa, aunque no se valoran, sirven como herramienta de apoyo para la descripción global del puesto observado y para facilitar el análisis y la discusión.

3.2.7.5 VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Una de las principales ventajas del método consiste en que permite obtener una puntuación para cada una de las variables estudiadas. En este sentido propone una valoración entre 0 y 10 que determina la situación del puesto o grupo de puestos de trabajo en relación a cada una de las variables y que se corresponde con los criterios de la tabla N° 3.

Tabla 4: Sistema de Puntuación de Método LEST.

SISTEMA DE PUNTUACIÓN	
0, 1, 2	Situación satisfactoria
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
6, 7	Molestias medias. Existe el riesgo de fatiga
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Nocividad

Fuente: Manual básico de Prevención de riesgos laborales

Estos criterios de valoración no se corresponden con la legislación existente sobre el tema; dado que para la mayoría de las variables estudiadas no existen valores de referencia, se apoyan en estudios científicos específicos y pretenden ser un instrumento interno a la empresa para posibilitar una mejora de las condiciones de trabajo.

3.2.7.6 APARATOS DE MEDICIÓN

En la toma de medidas se utiliza el siguiente equipo:

- Anemómetro para medir la velocidad del aire.
- Psicómetro para medir la temperatura seca y húmeda.
- Sonómetro para medir los niveles de ruido.
- Luxómetro para medir los niveles de iluminación.
- Cronómetro para medir tiempos de ciclos, de posturas, etcétera.
- Cinta métrica para medir desplazamientos, alturas, etc.

3.2.7.7 ANÁLISIS GRÁFICO DE LOS DATOS OBTENIDOS

Mediante las tablas de valoración que aporta el método, todos los parámetros reseñados quedan cuantificados de acuerdo con las puntuaciones establecidas, las cuales son susceptibles de ser plasmadas en unos diagramas de barras o histogramas. (Ver Figura 11).

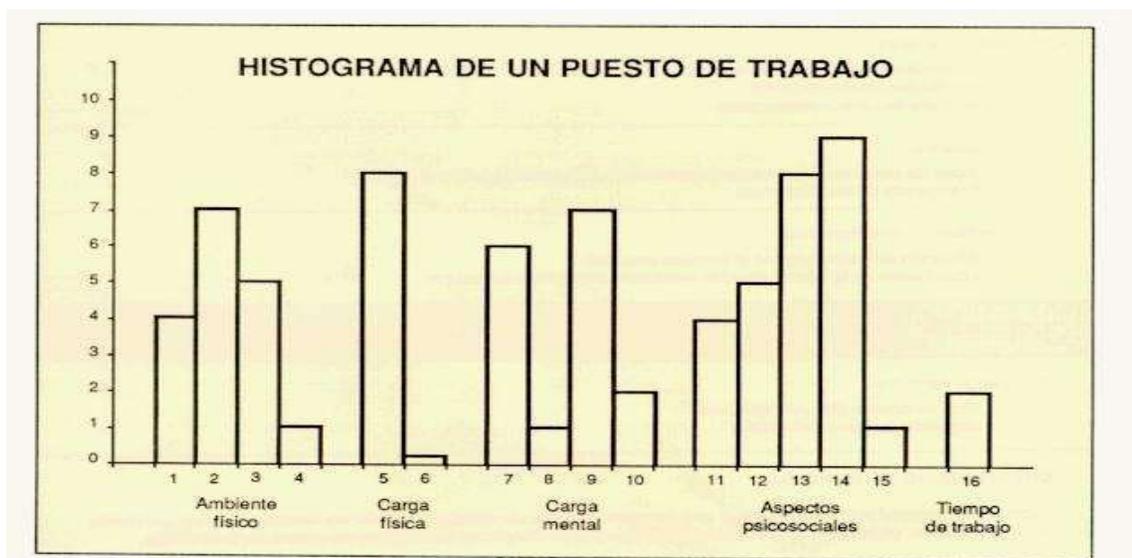


Figura 11: Histograma de un Puesto de Trabajo

Fuente: Manual básico de prevención de riesgos laborales

Esta representación gráfica en forma de histograma permite tener una visión rápida de las condiciones de trabajo y establecer así un primer diagnóstico.

3.2.7.8 ALGUNAS VENTAJAS DEL MÉTODO

- ***Difusión de los conocimientos necesarios en el estudio de las condiciones de trabajo***

Para cada elemento estudiado de las condiciones de trabajo este método recapitula distintos conocimientos en la materia, explica por qué son formuladas tales preguntas y cómo es necesario analizar las respuestas para llegar a una puntuación de 0 a 10.

- ***Servir de base a programas de formación sobre las condiciones de trabajo***

La estrecha relación existente entre la adquisición de conocimientos sobre el trabajo y su aplicación inmediata es una incitación al estudio de los problemas del trabajo. Ello puede servir de base para la creación de una formación permanente a todos los niveles de la empresa.

- ***Proporcionar un lenguaje común para aquellos a quienes interesa el mejoramiento de las condiciones de trabajo***

El mejoramiento de las condiciones de trabajo supone la acción conjunta de la dirección, de los trabajadores y sus representantes, de los cuadros técnicos o administrativos y de diversos servicios internos o externos a la empresa.

El esquema mostrado en la Figura 12 podría resumir las diversas etapas de la utilización de este método de análisis.

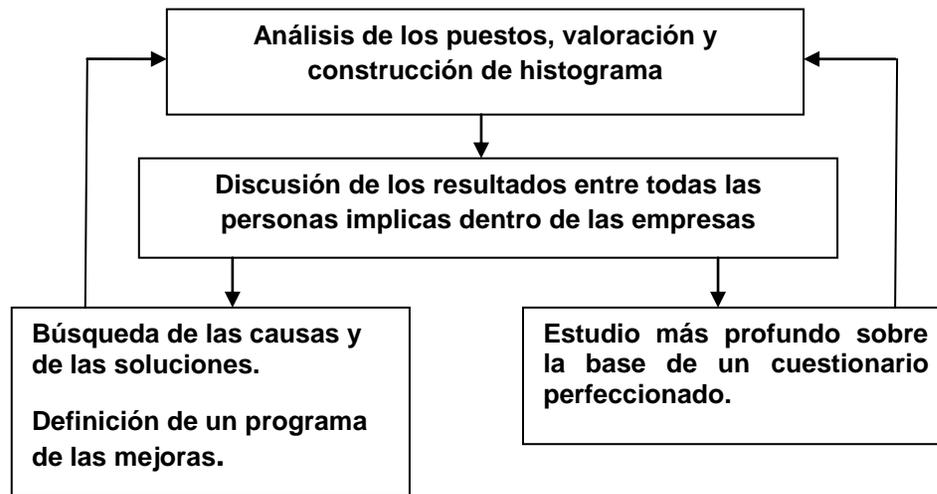


Figura 12: Etapas del Método
Fuente: Manual básico de prevención de riesgos laborales

Es importante hacer resaltar la importancia que este método da a la "participación" de todos los implicados como vía imprescindible para la mejora de las condiciones de trabajo.



CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se muestra el tipo y diseño de investigación, así como las unidades de análisis (población y muestra), las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procedimiento de recolección de datos, el procesamiento de la información, el análisis de la información y el procedimiento de la investigación para la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación en la fabricación de alambón de la empresa C.V.G. CABELUM.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada es de tipo descriptiva, debido a que trabaja con realidades de hechos y tiene como objetivo principal o meta estandarizar mediante el uso de las herramientas de Ingeniería de Métodos los procesos de fundición, colada y laminación puestos en práctica en la empresa C.V.G Conductores de Aluminio del Caroní para la producción de alambón, en otras palabras, está enfocada a la determinación de un tiempo estándar o tiempo permitido que estipule cuánto debe durar un operador calificado, preparado y entrenado para ejecutar una operación, usando los métodos y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo y laborando a una velocidad normal. Con esta investigación se trata de estudiar, analizar y mejorar los hechos tal y como se presentan en su contexto natural, sin alterar o influenciar ninguna de las variables.

Según Arias (2004), la investigación descriptiva *“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de restablecer su estructura o comportamiento”*. (P.22). Con referencia a lo citado anteriormente los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, para llegar a conocer situaciones logrando así, aportar soluciones, mejoras, recomendaciones entre otros.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación corresponde al diseño de campo no experimental y documental. Es de campo ya que los datos fueron recolectados en el área de trabajo, específicamente en el área de fundición, permitiendo así investigar las prácticas, comportamientos y tiempos de trabajo tanto de los individuos como de las máquinas, tal como se presenta en la vida real. Es no experimental pues sólo se observaron, describieron y analizaron las distintas operaciones llevadas a cabo en el área de trabajo sin alterar o influenciar ninguna de ellas. Documental, debido a que se tomó y recopiló la información proveniente de los manuales que describen los procedimientos o métodos de trabajo antes de realizar la toma de tiempos.

Según Picón y Saud (1988), la investigación documental, *“representa el proceso a través del cual el investigador parte de un problema claramente definido y orienta su atención a la planificación de estrategias que lo conduzcan a recopilar datos documentales que confirmen o rechacen las conjeturas planteadas”*. Tomando en cuenta la opinión del autor, se nota la relevancia de esta actividad investigativa, pues representa la base de todo trabajo escrito y el principio de la conceptualización teórica de toda investigación.

Sabino (2000), señala que la investigación de campo, “*se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos*”. En otras palabras, el investigador efectúa una recolección de datos en la realidad con el objeto de tener el detalle para su análisis y emitir un resultado.

Hernández y otros (1991), definen la investigación no experimental como “*aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es la investigación en donde no se modifican intencionalmente la(s) variable(s) independiente(s)*”. Con esto se quiere decir que sólo se observa el fenómeno sin realizar alteraciones en el mismo.

4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS (POBLACIÓN Y MUESTRA)

Se entiende por población “*cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar alguna o algunas de sus características*” (Balestrini, 2001, p.140), en otras palabras la población es el total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.

En el presente estudio la población está formada por todas las etapas del proceso de producción (fundición, colada, laminación, trefilación, tratamiento térmico y cableado) de la empresa C.V.G. CABELUM para la fabricación de conductores eléctricos de aluminio.

Una vez definido el universo de estudio de manera precisa y homogénea, se establece la muestra a estudiar que es un subconjunto fielmente representativo de la población, la muestra tomada en la presente investigación la conforman los procesos de fundición, colada y laminación necesarios para la fabricación de alambón en C.V.G CABELUM.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En esta sección se detallan las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y análisis de la información.

4.4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el objeto de estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la empresa C.V.G. CABELUM, se emplearon las siguientes técnicas:

- **Observación Directa**

La observación directa y minuciosa de cada una de las operaciones llevadas a cabo en los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón, con el objeto de determinar y constatar de forma personal los tiempos de operación, el ambiente de trabajo, el cumplimiento de los procedimientos establecidos, el recorrido del material, las necesidades personales, la actitud de los operarios frente al trabajo, entre otras cosas, lo cual permitirá conocer y tener una noción del tiempo de realización de los procesos.

- **Entrevistas No Estructuradas**

Se realizaron entrevistas no estructuradas tanto al personal administrativo de la empresa como a los trabajadores u operarios de los hornos y laminadoras en el área de fundición con el fin de aclarar inquietudes, conocer el ambiente de trabajo y recopilar información con respecto al funcionamiento de las máquinas. Según Fidias Arias (2006), la entrevista no estructurada *“Es una modalidad que no dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista”*. (P.74). Tomando en cuenta las

palabras del autor el entrevistador debe poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia.

Las entrevistas no estructuradas sirvieron de soporte para dar respuesta a los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Determinar el método de trabajo puesto en práctica actualmente en el área de fundición para obtener el alambón.
- ✓ Determinar los niveles actuales de producción de alambón en toneladas de la empresa C.V.G. CABELUM.
- ✓ Asignar las tolerancias a los procesos de fundición, colada y laminación.

- **Revisión de Material Bibliográfico**

La revisión del material bibliográfico se desarrolló mediante consultas de manuales de prácticas, normas y procedimientos establecidos en la empresa, revisión de sitios web, acceso al portal electrónico de distintas universidades, revisión de trabajos de grado o tesis y de libros de Ingeniería de Métodos, todo esto con la finalidad de obtener la información necesaria para complementar los diversos fundamentos teóricos para la elaboración del presente informe técnico.

4.4.2 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

A continuación se presenta todos los recursos utilizados para la ejecución de la investigación y recolección de datos.

Recursos Físicos:

- Bolígrafos y lápices
- Libreta de notas y hojas

- Laptop
- Pen Drive
- Cronómetro
- Calculadora
- Impresora

Equipos de protección

- Casco
- Botas
- Lentes de seguridad
- Mascarilla

Recursos humanos:

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Profesores del Departamento de Ingeniería Industrial.
- Personal del edificio administrativo de la empresa.
- Trabajadores del área de fundición
- Personal bibliotecario.

4.5 PROCEDIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El procedimiento que se utilizó para la recolección de datos fue tanto manual como mecánico. Básicamente la información o los datos necesarios en la investigación se solicitó y recaudó para su posterior análisis dentro de las instalaciones de la empresa C.V.G. CABELUM, principalmente en el área de fundición donde se llevan a cabo los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón.

Al llevar a cabo esta investigación se establecieron diferentes objetivos con la finalidad de estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación desarrollados en C.V.G. CABELUM. A continuación se presenta el procedimiento de recolección de información:

- Se anotaron en una libreta (manual) todas las observaciones, detalles, datos teóricos, recomendaciones y consejos dados tanto por los profesores del Departamento de Ingeniería Industrial, como por los ingenieros de la unidad de Aseguramiento de la Calidad y Control de Gestión, esta información permitió tener una idea o enfoque general para la estandarización de los procesos.
- Se realizaron entrevistas no estructuradas a los operarios de las máquinas del área de fundición y se extrajo la información concerniente al método desarrollado para la realización de sus labores.
- Se visualizó y describió en una libreta la manera de efectuar el trabajo por los operarios, así como las máquinas, materiales y equipos utilizados para desempeñar sus funciones, esta información después de ser analizada permitió determinar las demoras, retrasos y almacenamientos evitables e inevitables en el proceso.
- Se tomó con la ayuda del cronómetro el tiempo de ejecución de los procesos de fundición, colada y laminación, se analizaron y posteriormente se determinó u obtuvo el tiempo estándar.
- Se solicitó toda la información disponible en la biblioteca de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” relacionada con los laboratorios, como guías, manuales de procedimientos, entre otros, los cuales se anotaron en una libreta o se recolectaron en un

dispositivo de almacenamiento masivo para luego ser transferidos a la computadora.

- Igualmente se descargó vía web y mediante la computadora toda la información disponible como proyectos desarrollados en universidades dentro y fuera del país, manuales de procedimientos, guías prácticas, tesis relacionadas con la estandarización, entre otras.

4.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Todo el cúmulo de datos obtenidos en la empresa, principalmente en el área de fundición y a través de los medios mencionados anteriormente fueron introducidos, ordenados y tabulados mecánicamente, esto con la finalidad de poder visualizar, luego analizar la información recaudada, seguidamente aplicar las herramientas de estudio de tiempos y posteriormente estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la empresa C.V.G. CABELUM. Vale acotar que en el procesamiento de la información se utilizaron herramientas como mapas de procesos y diagramas de flujo que permitieron comprender las actividades que se llevan a cabo en la empresa.

4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información recolectada fue analizada de forma descriptiva, minuciosa y detallada, lo que permitió establecer el tiempo estándar más adecuado para el desarrollo de los procesos de fundición, colada y laminación en la empresa C.V.G. Conductores de Aluminios del Caroní, ajustándose a los objetivos y a los conocimientos teóricos adquiridos en la cátedra de Ingeniería de Métodos. Los datos se analizaron a través de un proceso de clasificación, registro y codificación.

4.8 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar la investigación y dar cumplimiento a los objetivos, se efectuaron los siguientes pasos:

1. Se tomaron las charlas de inducción, donde se conoció el proceso llevado a cabo en C.V.G. CABELUM para la fabricación de conductores eléctricos de aluminio.
2. Se reconoció el área o departamento, se realizó una observación directa de toda la Unidad de Aseguramiento de Calidad y Control de Gestión, lo que permitió estar en contacto directo con los involucrados en la investigación y tener una mejor perspectiva de cómo se realizan las actividades, obteniéndose así, un enfoque directo del problema y describiendo la situación actual del departamento.
3. Se reconoció el área de fundición, donde se efectúan las operaciones de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón.
4. Se evaluó el área de fundición de la empresa C.V.G CABELUM, mediante el método L.E.S.T.
5. Se analizó el método de trabajo puesto en práctica en el área de fundición de la empresa.
6. Se analizaron los diagramas de procesos asociados a las etapas de fundición, colada y laminación.
7. Se realizó el diagrama de recorrido (Layout) para el área de fundición.
8. Se evaluaron los niveles de producción de alambón actuales.

9. Se tomaron y registraron los tiempos asociados al proceso de fundición.
10. Se tomaron y registraron los tiempos asociados al proceso de colada.
11. Se tomaron y registraron los tiempos asociados al proceso de laminación.
12. Se introdujo, ordenó y tabuló la información recaudada para su análisis.
13. Se estandarizaron los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación de alambón en la empresa C.V.G. CABELUM.
14. Se evaluó el impacto de la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación.



CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta una descripción general del área de fundición adscrita a la gerencia de operaciones donde se realizó el estudio, definiendo las actividades que se realizan, la descripción del proceso y la situación presente en cuanto a la falta de estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación.

5.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

El proceso de producción de la empresa C.V.G CABELUM consta de 4 etapas principales como lo son Fundición, Trefilación, Tratamiento térmico y Cableado (Ver Figura 3).

En el área de Fundición se inicia el proceso de fabricación del Alambón en donde se agregan las pailas de aluminio primario al horno fusor para ser transformadas en metal líquido. Luego se procede a la remoción de la escoria para transferirlo a 2 hornos Warwick (Basculantes) en donde se agregan los aleantes y aditivos requeridos para obtener cada aleación en particular, principalmente en CABELUM se utilizan dos tipos de aleaciones, la aleación 1350 y la aleación 6201.

Una vez que el metal alcanza la composición química y temperaturas requeridas, es vertido a la Canal de Colada mediante el accionamiento del sistema hidráulico de levantamiento del horno Basculante.

Este metal es desgasificado en el Reactor Mint y es liberado de las inclusiones con el Filtro Cerámico. Sigue a la Rueda de Colada donde se solidifica en forma de barra, la cual será transformada a continuación en alambón, mediante el empleo del Laminador Properzi.

En la línea de laminación se emplean como equipos auxiliares el horno de Inducción Cheston, la caja de enfriamiento y el túnel de Temple, según sean las propiedades físicas que se quieran obtener en el alambón. El alambón que se produce se embobina en línea con el Enrollador Orbital (O.T.T), este alambón se produce de forma continua a partir de la colada inicial y solo se puede parar por fallas en los equipos o algún mantenimiento.

Para la fabricación de los conductores es necesario trefilar el alambón para convertirlo en alambre. En la etapa de trefilación se realiza un proceso de deformación en frío en donde se alcanza una reducción de las dimensiones del alambón, al pasarlo por una serie de dados, hasta llevarlo al diámetro final requerido, pudiendo obtener alambres de 4.5 mm hasta 2.24 mm.

C.V.G. CABELUM dispone de tres máquinas trefiladoras donde dos de ellas (T-1, T-2) son utilizadas para trefilar todo tipo de alambón ya sea tanto de aleación 6201 como 1350, la otra trefiladora (T-3) se utiliza principalmente para procesar alambón de aleación 1350 o retrefilar alambres ya que el motor que posee no genera la fuerza suficiente para procesar el alambón de aleación 6201.

Las bobinas de alambre de aleación 6201 obtenidas en esta etapa son llevadas a dos hornos de Tratamiento Térmico llamados horno TKF y horno Lanly, en el primero las bobinas son introducidas y dejadas dentro del horno un tiempo para volver a cargar mientras que en el Lanly por su forma en línea se pueden ir introduciendo bobinas con respecto al tiempo una tras de otra. En estos hornos las bobinas de aleación 6201 son sometidas a unas

condiciones de tiempo y temperatura que le permiten alcanzar al alambre la conductividad eléctrica y resistencia mecánica, exigidas por las normas internacionales para posteriormente conformar al conductor en las máquinas cableadoras. Antes de ser montadas en las cableadoras, las bobinas han sido ensayadas en el laboratorio de Control de Calidad para la certificación de sus propiedades físicas.

CABELUM dispone de tres máquinas cableadoras, una tubular donde se hace en una sola etapa el trenzado de los hilos para la conformación del conductor, y dos cableadoras rígidas donde el conformado de conductores se realiza en capas sucesivas.

Con las cableadoras tubulares se consiguen velocidades de procesamiento elevadas para conductores de siete hilos. Con las cableadoras rígidas se procesan conductores de mayor número de hilos, tales como 19 hilos, 37 hilos, 54 hilos pero también pueden ser procesados conductores con 7 hilos a una menor velocidad que en la cableadora tubular. Los conductores son embobinados en carretes de diferentes medidas según sea el tipo.

A continuación se muestra el diagrama de líneas de la producción de alambón y conductores utilizado actualmente en la empresa (Ver Figura 13).

Diagrama de Línea: Producción de Alambroón y Conductores

Gerencia de Producción

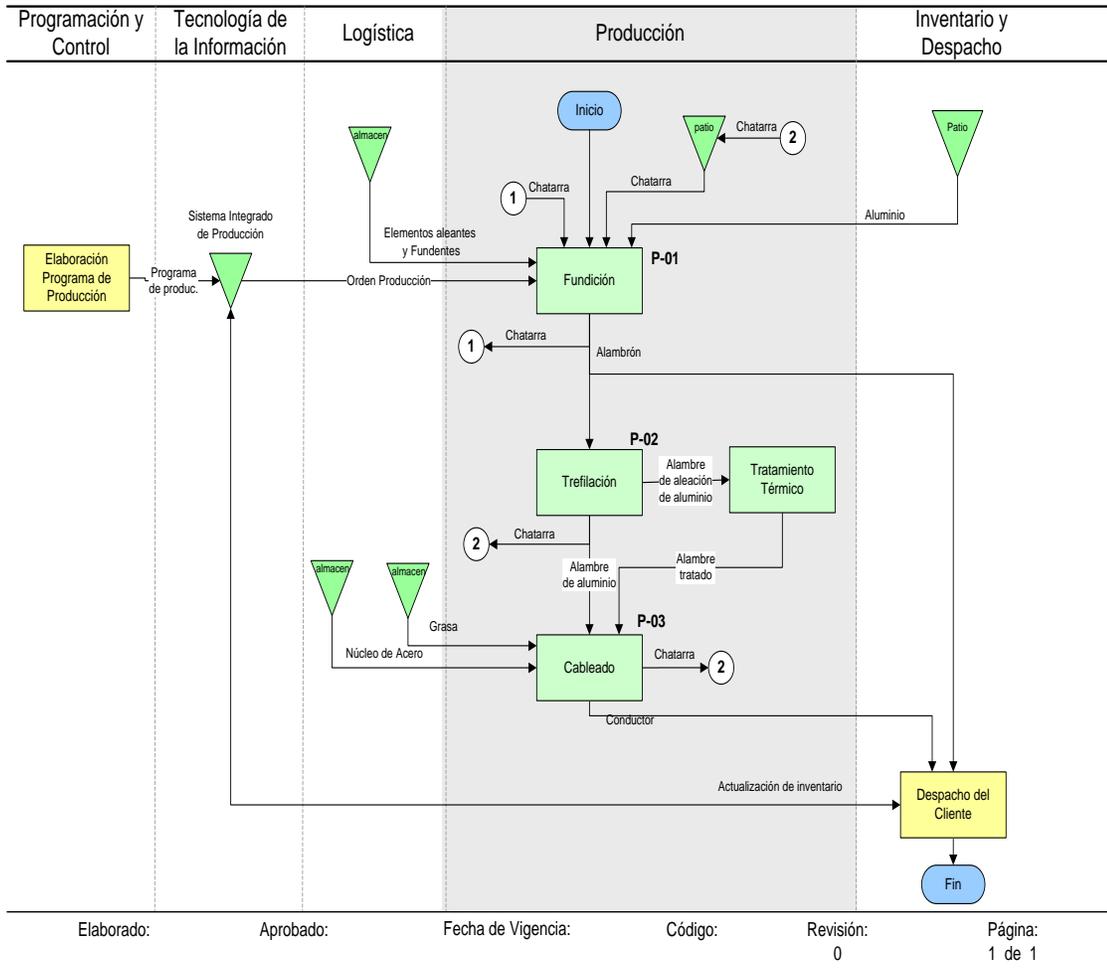


Figura 13: Diagrama de líneas del proceso productivo.
Fuente: Manual de Gestión de Calidad.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LA GERENCIA DE OPERACIONES

5.2.1 MISIÓN

Dirigir, controlar y operar el proceso de manufactura de alambroón y conductores de aluminio, a través del Sistema de Gestión de la Calidad para el logro de los objetivos y metas de la Empresa, garantizando el

cumplimiento de planes y programas de producción, ambiente, higiene, salud y seguridad industrial en el trabajo, así como el mejoramiento continuo de los procesos técnicos y administrativos; en concordancia con los lineamientos emanados de la alta dirección de la Empresa.

5.2.2 FUNCIONES

- Establecer estrategias para orientar la gestión de operaciones hacia el logro de los objetivos, metas y aprovechamiento de la capacidad instaladas.
- Elaborar y controlar el plan funcional y operativo de la gerencia, de acuerdo a los Planes de Ventas de la Gerencia de Comercialización y lineamientos recibidos Unidad de Planificación y Presupuesto.
- Velar por la administración adecuada del presupuesto, a fin de disponer de los recursos y servicios prioritarios para garantizar la continuidad operativa.
- Establecer y aplicar indicadores que permitan medir y evaluar el rendimiento de la gestión de producción, en condiciones de oportunidades y confiabilidad.
- Evaluar conjuntamente con las áreas adscritas el comportamiento de los indicadores de gestión, analizar las desviaciones detectadas e implantar las acciones preventivas y correctivas, de acuerdo a los objetivos establecidos en los planes estratégicos y Sistema de Gestión de la Calidad.

- Garantizar la entrega del producto terminado disponible para su despacho nacional e internacional a la gerencia de Comercialización, en la oportunidad y condiciones establecidas.
- Velar que los planes de producción estén en concordancia con los planes de venta, capacidades de línea de producción y disponibilidad presupuestaria para el logro de las metas previstas por la Empresa.
- Garantizar la continuidad operativa de las líneas de producción en coherencia con los procesos administrativos, operativos y técnicos, dentro del marco legal vigente.
- Mantener y suministrar datos oportunamente a sistema de información y control para la planificación y administración adecuada de las operaciones.
- Garantizar el cumplimiento de las metas de producción de alambroón y conductores eléctricos de aluminio en sus diferentes tipos, especificaciones y/o dimensiones, conforme a los requerimientos del Plan Anual de Producción y de Ventas.
- Cumplir con los estándares y niveles de especificación para el aseguramiento de la calidad del producto y de los procesos productivos, y establecer de acciones correctivas y preventivas para el mantenimiento y adecuación del Sistema de Gestión de la Calidad en su área.
- Asegurar el cumplimiento del Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) que permitan el desarrollo de las actividades laborales productivas sin riesgos para el personal y con apego a las disposiciones legales vigentes.

- Garantizar el establecimiento y cumplimiento del plan control ambiental en las áreas de planta, a los fines de prevenir impactos ambientales de acuerdo con los requisitos exigidos y normativa legal vigente.
- Asegurar el establecimiento y desarrollo de proyectos de mejoramiento continuo de los procesos productivos y variables ambientales, de acuerdo con los lineamientos y metodología establecida.
- Garantizar el establecimiento y cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento, a fin de mantener la disponibilidad de las líneas de producción.
- Establecer y aplicar de acciones correctivas y preventivas, surgidas de las desviaciones detectadas durante la ejecución de los planes de mejoramiento continuo y de las derivadas de las auditorias de Marca Norven y del Sistemas de gestión de la calidad.
- Establecer, controlar y resguardar los registros de la calidad definidos, a fin de mantener disponible la información necesaria que soporte las evidencias de conformidad con el Sistema de Gestión de la Calidad de su área.
- Participar en los planes y proyectos de mejoras del sistema de gestión de la calidad y ambiental y mantener actualizada la documentación, cumpliendo con las normativas legales y reglamentos exigidos.

5.2.3 ORGANIGRAMA

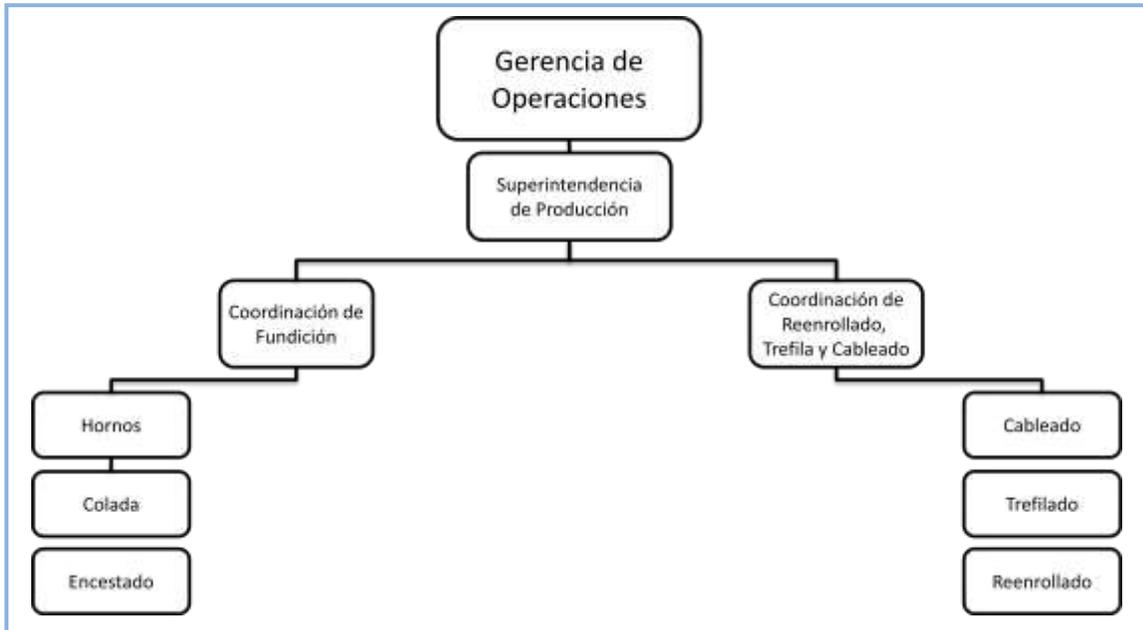


Figura 14: Organigrama de la Gerencia de Operaciones.
Fuente: Manual de Gestión de Calidad.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE FUNDICIÓN

En esta etapa el horno fusor con una capacidad de 50 toneladas es cargado constantemente con pailas de aluminio primario a medida que se vacía su contenido líquido. Este metal líquido es transferido a los dos hornos basculantes uno por uno, estos tienen una capacidad de 16 toneladas cada uno, mientras uno de los hornos basculantes está descargando el metal líquido con que se elabora el alambión el otro se encuentra esperando y así sucesivamente, de tal forma que el sistema no se pare por falta de material. Al final de la línea de fundición existe un enrollador orbital con dos tambores con capacidad nominal de 2000 kg por tambor, utilizados también para que el sistema no se detenga. Para que el alambión generado pase a la siguiente etapa debe esperar que se enfríe por 8 horas constantes (Ver Figura 15).



Figura 15: Área de Fundición.
Fuente: Elaboración propia.

Actualmente debido a problemas e inconvenientes en esta etapa de fundición, no se tiene planificado una producción 100% de su capacidad instalada (Ver Tabla 5). Las características deseadas para esta etapa se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Producción planificada para el área de fundición.

Capacidad Instalada	24.000 Ton/año
Producción promedio planificada	19.200 Ton/año
% de utilización planificado	80% de su capacidad instalada
Producción de alambón	1600 Ton/mes (800 Rollos/mes)

Fuente: Propia

5.3.1 MATERIALES UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN DE LAS ALEACIONES

Actualmente en la empresa C.V.G CABELUM se preparan dos tipos de aleaciones para la fabricación de alambón: la aleación 1350, la cual pertenece a las aleaciones de aluminio forjado sin tratamiento térmico, es una aleaciones de aluminio técnicamente puro, al 99,9% siendo sus principales impurezas el hierro y el silicio como elemento aleante. Se les aporta un 0.05% de cobre para aumentar su resistencia. Tienen una

resistencia de 8,40 – 11,95 kgf/mm², una conductividad mínima a 20 °C de 61,50 %IACS y una resistividad a 20 °C de 2,8035 μΩ/cm, según la norma ASTM B-233. Se utilizan principalmente para trabajos de laminados en frío; y la 6201, el cual tiene un porcentaje de pureza de 99,4 – 99,7 %, es una aleación más resistente que la 1350. Tiene una resistencia de 17,20 – 19,50 kgf/mm² y una conductividad de 50,8 – 51,50 %IACS (Según normas ASTM B-398). Su uso suele ser el de aplicaciones arquitectónicas, cuadros de bicicletas, pasamanos de los puentes, equipo de transporte y estructuras soldadas.

Los materiales utilizados para la preparación de la aleación 6201, se muestran en la siguiente tabla (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Materiales utilizados para la preparación de la aleación 6201.

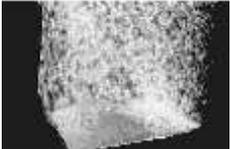
Material	Descripción	Imagen
Magnesio (Mg)	La adición de magnesio mejora la resistencia y la dureza de las aleaciones de aluminio. La mejora de las propiedades físicas y mecánicas hace que una aleación sea más resistente a la corrosión, más fácil de trabajar en máquina herramienta y con mejores condiciones de tratamiento	
Silicio (Si)	Silicio metálico con 99,55% de pureza, utilizado para componer aleaciones de aluminio dándole dureza, colabilidad y propiedades mecánicas. Aprovechado principalmente en la producción de aleaciones livianas, especialmente en las industrias automotrices y aeronáuticas.	
Aluminio primario	Este elemento químico llega a la empresa en forma de lingotes o pailas con un porcentaje de pureza de 99.7%.	

<p>Tibor (TiB)</p>	<p>Se utiliza como refinador de grano en la industria del aluminio. Promueven la formación de granos homogéneos pequeños durante el proceso de solidificación del aluminio. Estas estructuras mejoran notablemente la resistencia al agrietamiento, las propiedades mecánicas y la calidad superficial del aluminio.</p>	
<p>Fundente granulado</p>	<p>Limpia y desgasifica el aluminio y sus aleaciones. Asegura un elevado porcentaje de piezas sanas y disminuye notablemente el arrastre de metal en la escoria.</p>	
<p>Materia prima, chatarra (1350,6201)</p>	<p>Material generado y posteriormente rechazado en las diferentes áreas de producción de la empresa, tales como fundición, reenrollado, trefilación y cableado.</p>	
<p>Manta de fibra cerámica</p>	<p>Son mantas livianas, resistentes y durables. Se aplica para el revestimiento del horno, guarniciones, juntas de dilatación, manta antifuego y cojín antifuego. Homologado para utilizar hasta 1427 °C.</p>	
<p>Conos cerámicos</p>	<p>Principalmente compuestos por fibra de aluminio-silicato; lo cual ayuda que el proceso de fundición del aluminio sea más confiable y seguro.</p>	

Fuente: Propia

Los materiales utilizados para la preparación de la aleación 1350 se muestran a continuación (Ver Tabla 7).

Tabla 7: Materiales utilizados para la preparación de la aleación 1350.

Material	Descripción	Imagen
Aluminio primario	Este elemento químico llega a la empresa en forma de lingotes o pailas con un porcentaje de pureza de 99.7%.	
Fundente granulado	Limpia y desgasifica el aluminio y sus aleaciones. Asegura un elevado porcentaje de piezas sanas y disminuye notablemente el arrastre de metal en la escoria.	
Materia prima, chatarra (1350)	Material generado y posteriormente rechazado en las diferentes áreas de producción de la empresa, tales como fundición, reenrollado, trefilación y cableado.	
Boro	Elemento químico en forma de granos que se utiliza como purificador de la aleación.	
Manta de fibra cerámica	Son mantas livianas, resistentes y durables. Se aplica para el revestimiento del horno y del canal de colada. Homologado para utilizar hasta 1427 °C.	
Conos cerámicos	Principalmente compuestos por fibra de alúmino-silicato; lo cual ayuda que el proceso de fundición del aluminio sea más confiable y seguro.	

Fuente: Propia

5.3.2 DIAGRAMA DE PROCESO DEL ÁREA DE FUNDICIÓN

A continuación se muestra el diagrama de proceso, donde se detallan las operaciones puestas en práctica actualmente en el área de fundición (Ver Figura 16).

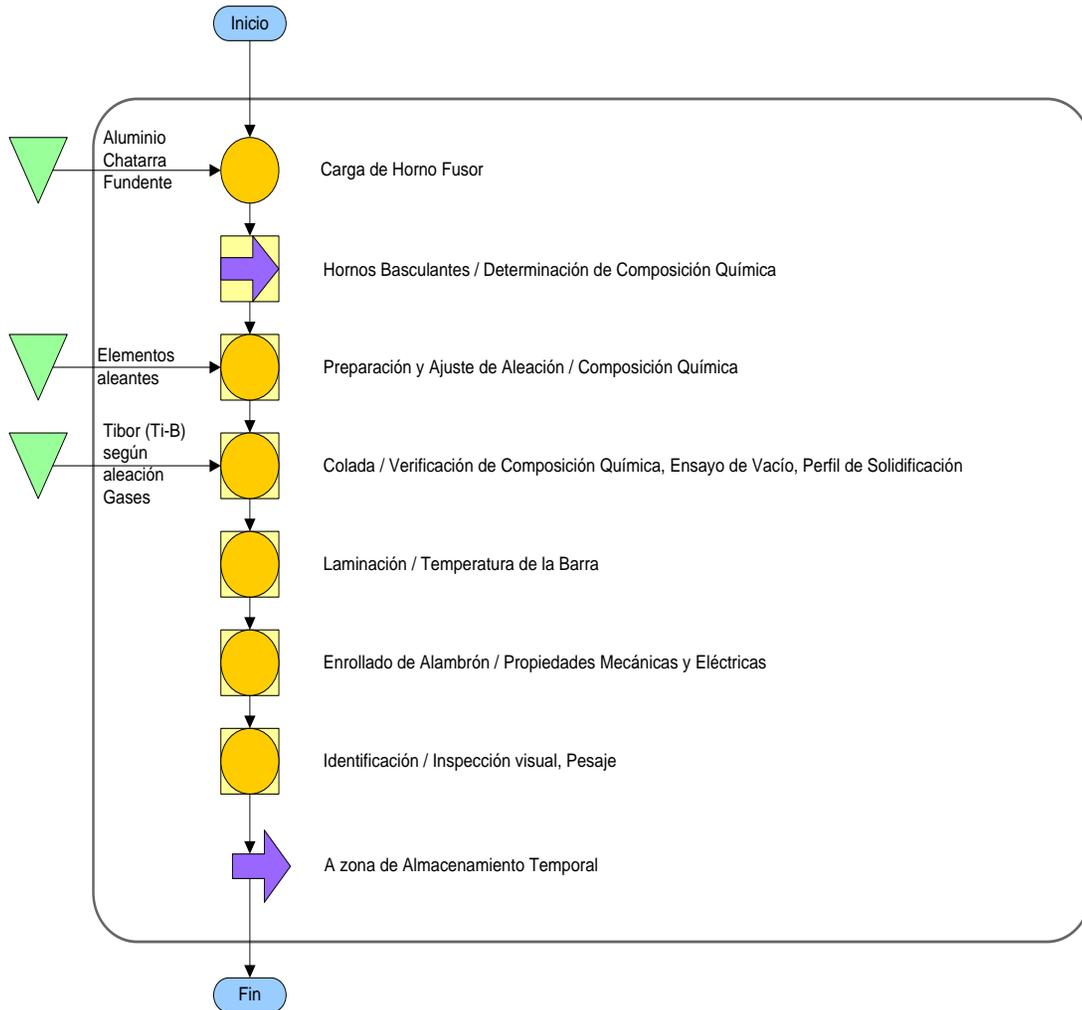


Figura 16: Diagrama de procesos del área de fundición.

Fuente: Manual de Gestión de Calidad.

5.3.3 CONDICIONES ACTUALES PARA EL ÁREA DE FUNDICIÓN

Se realizó la observación al tipo de aleación 6201, ya que esta aleación es la que más se produce. Se pudo constatar que el tiempo promedio que tarda en ser procesado un rollo de alambón de 2000 kg de peso nominal (cuando no existen inconvenientes o fallas en el proceso), es de 45 minutos, además se pudo observar que la producción actual para un turno de trabajo en la etapa de fundición es de 8 ton/turno o 4 rollos de alambón/turno, esto significa que en el área de fundición se está produciendo el 50% de lo planificado, debido a los problemas tanto internos del proceso como externos (Ver Tabla 8).

Tabla 8: Condiciones actuales de la etapa de fundición.

Característica	Aleación 6201
Peso Nominal del Alambón (kg)	2000
Diámetro final (mm)	9,5
Tiempo promedio por rollo (min)	45
Producción planificada (rollos/turno)	8
Producción real (rollos/turno)	4
% de eficiencia	50% de su capacidad

Fuente: Propia

5.3.4 CAUSAS ACTUALES DE LA BAJA PRODUCCIÓN DE ALAMBRÓN EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN.

Como ya se ha dicho, en el área de fundición de la empresa C.V.G. CABELUM se realizan tres grandes procesos que son fundición, colada y laminación, para la obtención del alambre de aluminio con un diámetro de 9.5 mm. Esta área tiene una capacidad de producción de 8 rollos alambre por turno, es decir, 16 Ton/turno. Sin embargo actualmente se produce un promedio de 4 rollos por turno (8 ton/turno), el 50% de su capacidad instalada y teniendo un déficit promedio de 4 rollos por turno.

Luego del análisis efectuado a través de la observación directa, entrevistas al personal, se deduce que existen situaciones, actividades y operaciones críticas, que afectan la eficiencia de producción de alambre. A continuación se mostrarán detalladamente estas causas por medio del diagrama de Ishikawa (Ver Figura 17).

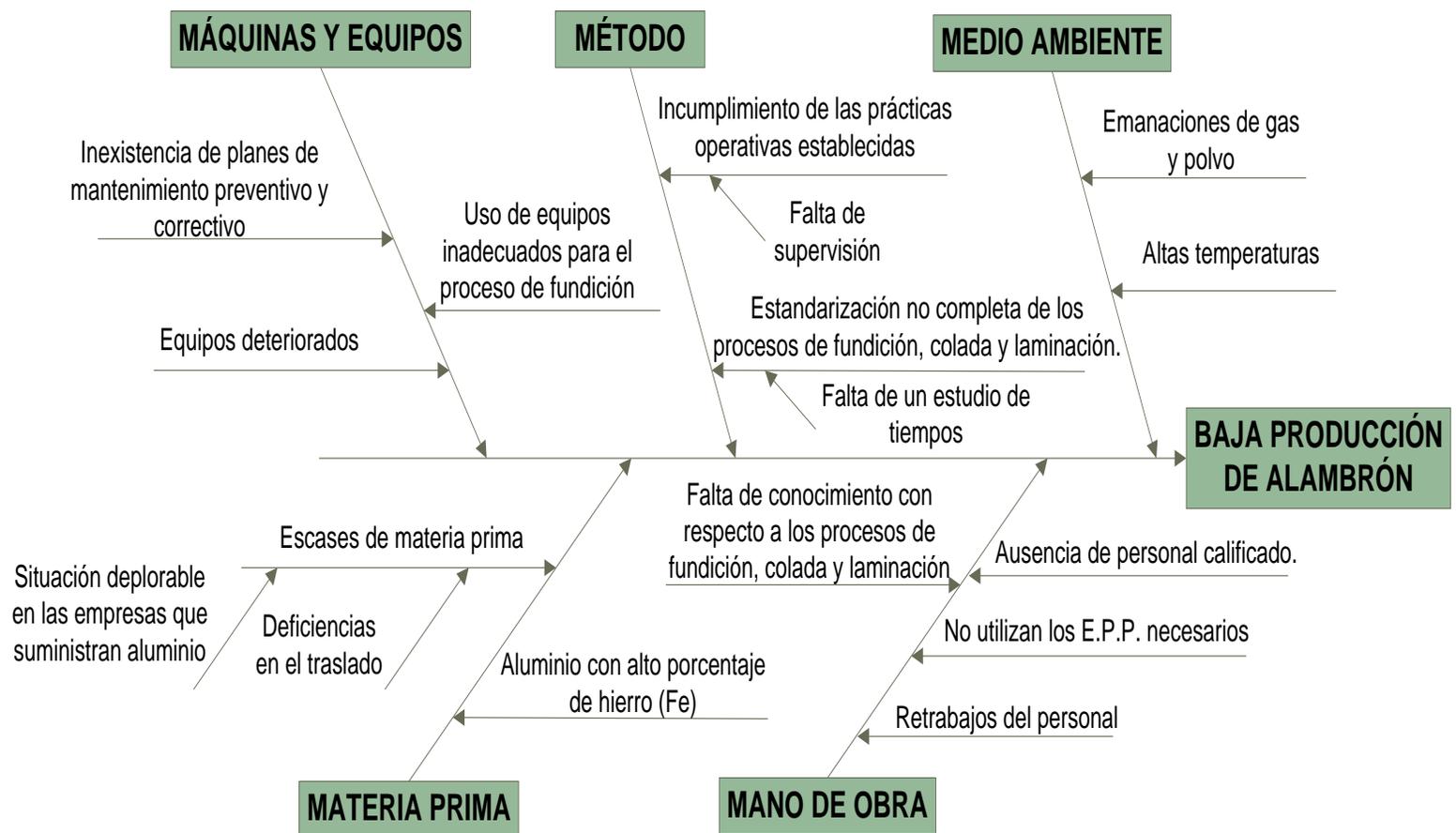


Figura 17: Diagrama causa-efecto (baja producción de alambón).
Fuente: Propia.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

A partir del estudio basado en la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación para la fabricación del alambón en la empresa C.V.G Conductores de Aluminio del Caroní, se obtuvieron los siguientes resultados:

6.1 EVALUACIÓN DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA C.V.G. CABELUM MEDIANTE EL MÉTODO L.E.S.T.

En el área de fundición de la empresa C.V.G. CABELUM se fabrica el alambón de manera continua, mediante la ejecución de tres procesos que son: fundición, colada y laminación del aluminio. A continuación se analizarán y evaluarán cada una de estas áreas a través del Método de Análisis de las Condiciones de Trabajo (LEST).

6.1.1 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE FUNDICIÓN

6.1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Antes de comenzar el estudio, es importante describir la forma en que se encuentra integrada el área de fundición, ésta área está compuesta por 3 sub-áreas que son: almacén de materia prima, horno fusor y hornos basculantes (también llamados hornos retenedores o Warwick).

Para realizar una descripción que permita conocer de forma específica y concreta cada una de las condiciones que influyen en la realización de las tareas que tienen lugar en el área de fundición, resulta conveniente tomar en cuenta factores de relevada importancia tales como:

→ **Condiciones de trabajo**

La zona destinada para la realización de actividades de fundición en la empresa C.V.G. CABELUM, cuenta con un área aproximada de 65 m de largo por 34 m de ancho, contando el área de almacén de materia prima que es de 18 m² aproximadamente.

→ **Descripción de la tarea**

En esta etapa el aluminio primario sólido, generalmente en forma de lingotes y pailas, (también se introducen barras, cables, alambres en bobinas y rollos de alambón para ser refundidos) es tomado con el montacargas del área de almacén de materia prima y es colocado en el horno fusor que tiene una capacidad de 50 toneladas, ya calentado a una temperatura de 730-780 °C, allí el aluminio es fundido hasta ser convertido en aluminio líquido, luego es transferido a los dos hornos retenedores hasta ser llenados uno por uno, estos tienen una capacidad de 16 toneladas cada uno, en estos se prepara el material con las diferentes aleaciones para alcanzar la composición química requerida.

A. ENTORNO FÍSICO

1. Ambiente térmico

- **Temperatura en el puesto de trabajo.**

La temperatura en este puesto de trabajo es generalmente alta, esta temperatura se mantiene alrededor de 35°C y 38 °C en horas de la mañana y en un rango de 35°C – 40 °C en horas de la tarde, el nivel de temperatura depende también de la cercanía a los hornos (Valores tomados del

Programa de Seguridad en el Trabajo, desarrollado por el personal de control de riesgos). Existe ventilación por parte de artefactos y/o elementos eléctricos (ventiladores industriales), además el galpón tiene espacio para la ventilación totalmente natural, especialmente en el área de almacenamiento de materia prima, en ésta se produce por las corrientes de aire que penetran en las instalaciones a través de los espacios dejados en el techo del galpón y en la parte posterior del horno.

- **Nivel de esfuerzo del trabajador en la realización de una tarea.**

Observando la realización de las actividades propias de esta estación, se puede decir que el operario realiza esfuerzos físicos, debido a que los trabajos requieren algunas veces de la utilización de unas varas largas de acero para remover el material fundido en los hornos y para introducir residuos de alambón a los mismos, además se requiere esfuerzo físico para la utilización dispositivos mecánicos de levantamiento de cargas, como es el caso de los montacargas, de manera general las cargas no exceden los 50 kg.

- **Tiempo de exposición a la temperatura del puesto.**

El tiempo de exposición a altas temperaturas en el área de fundición corresponde a 3 horas de la jornada de trabajo, pues los trabajadores realizan su labor y luego se retiran de las inmediaciones del horno.

- **Variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza.**

Se considera que existen variaciones considerables, pues los movimientos realizados por el trabajador tendrán un nivel de temperatura determinado por la cercanía a los hornos.

- **Manipulación de materiales (calientes o fríos) y medios de protección.**

Existe manipulación de materiales a temperaturas extremas por parte del operador del montacarga y el hornero, por lo tanto estos trabajadores son dotados de guantes, botas, cascos y lentes de seguridad, careta, delantal y chaqueta aluminizada.

2. Ruido.

Debido a que no existen instrumentos de medición de este factor en la empresa, no es posible establecer un nivel exacto del ruido presente en cada área; sin embargo, es importante acotar que el ruido presente en las instalaciones, es de tipo aleatorio pues varía en forma aleatoria con el transcurso del tiempo. Éste es producido por los hornos y los montacargas. Se considera que aunque el ruido no es muy alto, la exposición prolongada a este factor, puede producir efectos, tales como: migrañas, perturbaciones, descontrol, estrés, etc.

3. Iluminación.

La iluminación en el puesto de trabajo no requiere de la utilización de mecanismos artificiales durante la jornada diurna (7am-3pm), pues la luz utilizada para la realización de actividades es natural, a menos que las condiciones climáticas interfieran y se requiera de iluminación artificial, en cuyo caso son utilizados bombillos de 220 Voltios.

4. Vibraciones.

Se considera que las vibraciones a las que se encuentra expuesto el operario es media, pues generalmente, estas corresponden a las emitidas por los hornos cuando están en funcionamiento.

B. CARGA FÍSICA

5. Carga estática.

- **Posturas y duración de las mismas en el desarrollo de las tareas.**

Para la realización de las actividades en el área de fundición, no existen posturas fijas, pues éstas son adoptadas por el operario en dependencia de la naturaleza del trabajo que realice, y además éste posee la libertad de seleccionarlas en base a las que le resulten más cómodas y le permitan cumplir con la labor. Sin embargo, resulta conveniente mencionar que, generalmente son adoptadas las siguientes posiciones: ciertas inclinaciones, de pie y posición sentado.

6. Carga dinámica.

En este aspecto puede decirse que los operarios de esta área posee una carga dinámica relativa, pues los movimientos que son ejecutados implican exposiciones cortas, además pueden ser alternados por el operario estableciendo intervalos de descanso en las ocasiones que así lo ameriten. El consumo energético aproximado durante la jornada de trabajo corresponde aproximadamente a 1600 Kcal/turno.

C. CARGA MENTAL

7. Apremio de tiempo: (Trabajos repetitivos)

- **Modelo de remuneración.**

El salario establecido para los operarios de esta área corresponde a una remuneración fija semanal, la cual se puede incrementar dependiendo el turno de trabajo, por ejemplo el horario nocturno es el mejor pagado debido a las primas y bonos nocturnos que goza el trabajador.

- **Trabajo en cadena o no.**

Generalmente el trabajo que se da en esta área es en cadena, debido a que es un proceso continuo, este ocurre en forma coordinada con los procesos de colada y laminación; a fin de lograr las metas planteadas en cuanto a la producción de alambón; sin embargo en algunas ocasiones es posible llevar a cabo las reparaciones pertinentes para el funcionamiento de una maquinaria específica sin la intervención de otras áreas.

- **Obligación de recuperar o no los retrasos.**

Aunque no existe obligatoriedad en el hecho de recuperar retrasos, existe la necesidad de hacerlo, con el fin, de evitar retrasos o demoras en los siguientes procesos, y en consecuencia el retraso de toda la actividad en conjunto. Además, es de extrema importancia el hecho de que el tiempo que permanezca el material en el horno sea el mínimo necesario para su tratamiento.

- **Número de pausas durante la jornada de trabajo:**

La realización de pausas no posee un patrón fijo, éstas son producidas en algunos casos por fatiga, en otros por falla de la energía eléctrica y en otros mientras se espera la intervención de alguna área que deba cumplir con alguna actividad específica, como reparaciones o mantenimientos, para continuar el proceso de fundición. Es importante acotar que las pausas más prolongadas se producen debido a la falta de materia prima en el almacén.

7. Apremio de tiempo (Trabajos no repetitivos)

- **Posibilidad de ausentarse del puesto de trabajo.**

Los operarios poseen alto grado de autonomía en cuanto al hecho de desplazarse del puesto de trabajo, sin ocasionar con esto daños o perturbaciones a la realización de otros trabajos llevados a cabo en el área; sin embargo, la ausencia de éste en su puesto de trabajo es evitada al máximo, a fin de disminuir el grado de retraso que pueda presentarse en el proceso continuo, así como también aquellos trabajos que no afectan la misma, pues, sin importar la naturaleza del trabajo (si es en cadena o no) éstos son solicitados en su mayoría con apremio de tiempo.

- **Posibilidad de detener la máquina.**

No es posible realizar la detención de los hornos cuando el obrero lo decida, pues requiere una orden de la gerencia. Pero existen máquinas que pudieran detenerse durante la realización de ciertos trabajos sin que se afecte con ello el resultado en cuanto a la calidad del mismo, sin embargo, es posible que esto incida en el tiempo total requerido para hacerlo; en síntesis, aunque la detención de algunas maquinarias puede hacerse (montacargas), no se recomienda que esta se lleve a cabo a menos que se trate de situaciones que realmente lo ameriten.

8. Complejidad- Rapidez

- **Duración media de cada operación.**

No se tiene establecido actualmente en la empresa un tiempo específico para la realización de las actividades en el área de fundición, pero se pudo observar que los tiempos aproximados para la fundición de 30 toneladas de aluminio son: Carga de horno fusor (30min), fundición (210min), calentado de hornos basculantes (60min), transferencia de aluminio líquido a hornos basculantes (30min) y preparación de aleación (30min); de manera que el

promedio aproximado para la realización de las actividades de fundición es de 6 horas, siempre y cuando no se presenten inconvenientes que afecten el proceso.

- **Duración de cada ciclo.**

Los ciclos de trabajo en esta área no poseen una duración constante, sino que estos varían dependiendo de las asignaciones que deban cumplirse. Es importante destacar, que en ciertas ocasiones los ciclos se ven interrumpidos, debido a la demanda de trabajo para la realización de labores consideradas de urgencia, lo cual ocasiona el retraso de tareas preestablecidas. Generalmente los ciclos agrupan la realización de tres o más tareas en la misma área, manteniendo una duración total aproximada de 6 horas.

- **Nº de elecciones por ciclo.**

Durante el transcurso de cada ciclo el operario debe hacer elecciones constantes referidas al tipo de herramientas, implementos, accesorios y equipos que debe utilizar para llevar a cabo la actividad correspondiente.

9. Atención

A.- Trabajos repetitivos

- **Nivel de atención requerido.**

Aunque en esta área no se realizan operaciones de precisión (como: mediciones, cortes, etc.), se requiere que el nivel de atención del trabajador, sea tal que permita la realización óptima de las actividades asignadas; pues, de ocurrir distracciones que interfieran en la ejecución de tareas, pueden generarse errores que pueden ocasionar retrasos en todo el proceso, así como también el aumento del nivel de riesgo a los que se ve expuesto el operario, materializando de este modo un evento accidental.

- **Duración y continuidad de la atención.**

Se considera necesario que la atención del operario en las actividades que ejecuta se mantenga constante durante todo el ciclo, debido a que con ello se disminuye considerablemente el nivel de riesgos a los que se expone y además se logra obtener un mayor grado de calidad en los trabajos que se ejecutan.

- **Riesgos de accidentes, frecuencia y gravedad de los mismos.**

Durante la ejecución de actividades propias de esta área el operario se ve expuesto a los siguientes riesgos potenciales: Golpeado por/contra, caídas a igual/diferente nivel, exposición al contacto con sustancias químicas, exposición a dolores a nivel de la región lumbar, quemado por exposición a materiales a altas temperaturas, exposición a objetos puntiagudos, al ruido, a la inhalación de gases emanados de la combustión, a la inhalación de polvo, incendios y explosión; los cuales generan riesgos de accidentes constantemente con un alto nivel de gravedad.

- **Posibilidad de rechazo del producto.**

Las posibilidades de rechazo del producto en esta área pueden considerarse en un nivel mínimo, debido a que generalmente el operario verifica constantemente las especificaciones de las solicitudes que se le realizan, a fin de elaborar las actividades pertinentes de manera efectiva.

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

En este aspecto las posibilidades de relacionarse durante la jornada de trabajo son considerables, pues, el operario tiene la posibilidad de interactuar con sus compañeros de trabajo sin que este hecho incida en la producción de errores, o en el retraso de la actividad que se da en forma individual o en conjunto. Sin embargo se aconseja que el trabajador

mantenga un nivel de atención que permita la realización óptima de las actividades o tareas que le son asignadas.

- **Posibilidad de distraer la vista, durante y cuánto tiempo.**

Las posibilidades de distracción visual, se encuentran en un nivel alto, debido a que, para la realización de las actividades propias del área de fundición, el operario no requiere de un alto grado de precisión, debido al manejo de piezas cuyos tamaños son variantes.

- **Riesgo de deterioro del material.**

El material utilizado en esta área posee un bajo riesgo de deterioro y este depende básicamente de las condiciones del horno de fundición en el que se encuentre ubicado y no de las acciones del operario.

- **Valor de las piezas o del producto.**

Es difícil establecer un valor monetario de las máquinas y equipos que se utilizan en el área de fundición de la empresa. Sin embargo, el valor potencial de estos trabajos es alto, ya que inciden de manera considerable en la agilización de máquinas que son necesarias para llevar a cabo las actividades a las que se dedica la empresa. El producto (aluminio fundido con aleantes) tiene un alto valor pues se funden grandes cantidades de material y los errores que se presenten en esta área tendrán un gran impacto en las demás áreas de la empresa.

- **Características físicas del material utilizado.**

Para la preparación de la aleación 1350 se utilizan los siguientes materiales: Aluminio primario, boro (Br), fundente, materia prima (chatarra). Para la aleación 6201 se utiliza: Silicio (Si), Magnesio (Mg), tior (TiB), fundente, materia prima (chatarra 6201 y 1350) y aluminio primario.

B.- Trabajos no repetitivos

- **Número de máquinas a vigilar.**

Básicamente las máquinas a vigilar en esta área son cuatro, dos hornos basculantes, un horno fusor y un montacarga.

- **Número de señales medias por máquina.**

Entre las máquinas utilizadas se encuentra el montacargas, el cual no produce ningún tipo de señal especial, solo generan información que permite conocer su estado (Encendida/Apagada). Las otras tres máquinas utilizadas, que son los hornos cuentan con un panel de control, con el cual el hornero controla su funcionamiento. Allí se determina la temperatura, el encendido/apagado, si las compuertas están abiertas o cerradas, entre otras cosas.

- **Duración y número de las intervenciones.**

Las intervenciones no poseen un número fijo, ya que dependen de la utilización que en un determinado momento el operario este dándole la máquina, la duración de las mismas depende de la naturaleza del trabajo a realizar.

10. Minuciosidad:

- **Nivel de percepción de los detalles.**

El nivel de percepción de detalles es medio, porque generalmente si existe alguna anomalía en el ingreso de la materia prima a los hornos, esta se percibe, cuando se realiza la inspección que permite comprobar el funcionamiento de los mismos.

- **Dimensión de los objetos.**

Los objetos utilizados en la ejecución de tareas en el área de mecánica, son de tamaños grandes, teniendo en cuenta que se pueden observar los detalles de los mismos a simple vista, sin necesidad de utilizar algún medio visual que facilite su percepción.

D. ASPECTOS PSICOSOCIALES

11. Iniciativa.

- **Posibilidad de organizar al operario en su trabajo.**

Resulta posible llevar a cabo la organización del operario en su trabajo, tomando en cuenta sus gustos y deseos, permitiendo con ello la creación de grupos con actividades especiales con las cuales éste se sienta plenamente identificado (deporte, cultura, artes, etc.).

- **Posibilidad de controlar el ritmo.**

Aunque el trabajador no posee supervisión directa durante la ejecución, su ritmo de trabajo depende de las asignaciones que le son hechas, sin embargo este puede controlar hasta cierto punto su ritmo de trabajo siempre y cuando cumpla finalmente con las tareas que le son encomendadas.

- **Posibilidad de retocar piezas.**

Debido a la naturaleza del trabajo, el operario no tiene la oportunidad de retocar los trabajos que realiza una vez culminada la inspección correspondiente a la tarea ejecutada; a fin de cumplir con las características solicitadas.

- **Posibilidad de regular la máquina.**

Existe la posibilidad de regular los montacargas usados en el área de trabajo en todo momento, en este caso se considera que el trabajador es autónomo pudiendo hacer las actividades de la manera que le resulten más favorables, siempre y cuando el resultado final cumpla con las exigencias y requisitos preestablecidos, sin embargo en el caso de los hornos la posibilidad de regularlos es media, pues estos no tienen una temperatura pre- establecida, y estas pueden variar.

- **Posibilidad de intervenir en caso de incidente.**

El operario tiene posibilidad de intervenir en los incidentes generados en el proceso (En su área de trabajo), participando como regulador del mismo.

12. Estatus social:

- **Duración del aprendizaje.**

El aprendizaje adquirido en esta área de trabajo no posee obsolescencia, es decir, las técnicas aplicadas para cumplir con los objetivos planteados, permanecen vigentes con el tiempo y pueden aplicarse en cualquier otra área que requiera de la realización de trabajo de esta naturaleza. Sin embargo, estos conocimientos pueden mejorarse mediante la realización de cursos y actividades programadas con el objeto de mejorar los métodos y técnicas de trabajo.

- **Nivel de formación requerida para el puesto.**

No se requiere de un grado de instrucción tan elevado o especial para la realización de este trabajo, sino que se requiere poseer conocimientos y experiencia en la realización de las actividades necesarias para cumplir con los requisitos de esta área.

13. Comunicaciones

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

Existe la posibilidad de establecer relaciones interpersonales fuera de los horarios de trabajos, y dentro de ellos siempre y cuando, esto no incida en distracciones que conlleven al retraso de la reparación que deba realizarse.

- **Posibilidad de desplazarse.**

Existe la posibilidad de desplazarse durante la realización de actividades.

- **Número de personas cercanas.**

El área de fundición cuenta con 4 trabajadores, el operador de hornos, el operador de montacargas y 2 auxiliares de fundición, sin embargo, debido a que esta área limita con el área de colada y el área de laminación, se cuentan las personas que laboran en esta zona como personas cercanas, teniéndose un total de 8 personas.

14. Cooperación.

- **Tipos de relaciones de trabajo.**

En ésta área se tiene que las relaciones son de tipo funcional y cooperativa, ya que cuenta por lo menos con tres operarios, de los cuales, uno ejerce el cargo de operador de hornos, otro cumple la función de ayudante, y está en la obligación de realizar las actividades que le asigna el hornero y otro cumple la función de operador de montacarga, también sujeto a lo que disponga el hornero. No obstante hay oportunidades en las que los operarios cooperan conjuntamente para conseguir el objetivo que se les ha asignado.

- **Frecuencia de las relaciones.**

Las relaciones son constantes, estas dependen básicamente del tipo de trabajo que se esté realizando, ya que si existe una carga de trabajo considerable, el operario se ve limitado a comunicar la información referida a la actividad que se está llevando a cabo, mientras que, si se trata de una reparación sencilla, existe la posibilidad de que el operario pueda comunicarse de manera más abierta con sus compañeros, estableciendo temas de conversación libres.

15. Identificación con el producto

- **Situación del trabajador en el proceso productivo.**

Como se ha mencionado anteriormente, los operarios del área de fundición inciden de manera considerable en la consecución del objetivo fundamental de la empresa, pues se de ellos depende que el material para los conductores tenga las propiedades deseadas.

- **Importancia de la transformación efectuada en la pieza o producto.**

Se considera de gran importancia transformación y la fabricación de aleaciones de aluminio que se efectúan en el área de fundición, ya que estas permiten ya que constituye la primera parte del proceso productivo de la empresa.

E. TIEMPO DE TRABAJO

16. Tiempo de trabajo.

- **Tipo de horario.**

El horario de trabajo en la empresa por turnos, pues se desarrolla un proceso continuo, existen tres jornadas de trabajo de 8 horas cada una, de 7 am a 3 pm, de 3 pm a 11 pm y de 11 pm a 7 am.

- **Duración semanal del trabajo.**

El trabajo en esta área es continuo por turnos, se lleva a cabo de lunes a lunes.

Una vez descritos los factores referentes al área de trabajo, a través de la aplicación del método LEST, resulta conveniente, ponderar cada uno de dichos factores, a fin de conocer el grado de influencia, que poseen los mismos, en el desempeño de las tareas que se llevan a cabo en el área de mecánica, mediante una fase de evaluación que será desarrollada a continuación.

6.1.1.2 EVALUACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Con el objeto de conocer la situación del puesto de trabajo en relación a cada una de las variables, se procedió a realizar la evaluación de cada uno de los factores desarrollados anteriormente, tomando una escala de puntuación, que va desde 0 a 10 puntos, tal y como se establece en la Tabla 4. Este sistema de puntuación, permite graficar en forma de histograma, la influencia que tiene cada uno de los factores evaluados, ofreciendo con ello, la posibilidad de observar de manera directa, el grado de influencia de cada elemento en el desempeño de operario. La evaluación de la aplicación del método LEST, en el área de fundición, puede observarse en la Tabla 9.

Tabla 9: Condiciones actuales de la etapa de fundición.

Categoría	Nº	Criterio	Puntuación	Condición correspondiente
Ambiente físico	1	Ambiente térmico	7	Existe riesgo de fatiga.
Ambiente físico	2	Ruido	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Ambiente físico	3	Iluminación	1	Situación satisfactoria.

Ambiente físico	4	Vibraciones	6	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Carga física	5	Carga estática	2	Situación satisfactoria.
Carga física	6	Carga dinámica	5	Débiles molestias.
Carga mental	7	Apremio del tiempo	5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	8	Complejidad-rapidez	5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	9	Atención	7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Carga mental	10	Minuciosidad	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	11	Iniciativa	2	Situación satisfactoria.
Aspectos psicosociales	12	Status social	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	13	Comunicaciones	2	Situación satisfactoria.
Aspectos psicosociales	14	Cooperación	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	15	Identificación con el producto	7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Ambiente de Trabajo	16	Tiempo de trabajo	2	Situación satisfactoria.

Fuente: Propia

6.1.1.3 ANÁLISIS GRÁFICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez establecidas las puntuaciones correspondientes a cada uno de los parámetros considerados para la realización de este estudio, resulta conveniente la elaboración de un histograma que permita visualizar de manera sencilla las condiciones de trabajo y establecer así un primer diagnóstico. (Ver Gráfico 1)

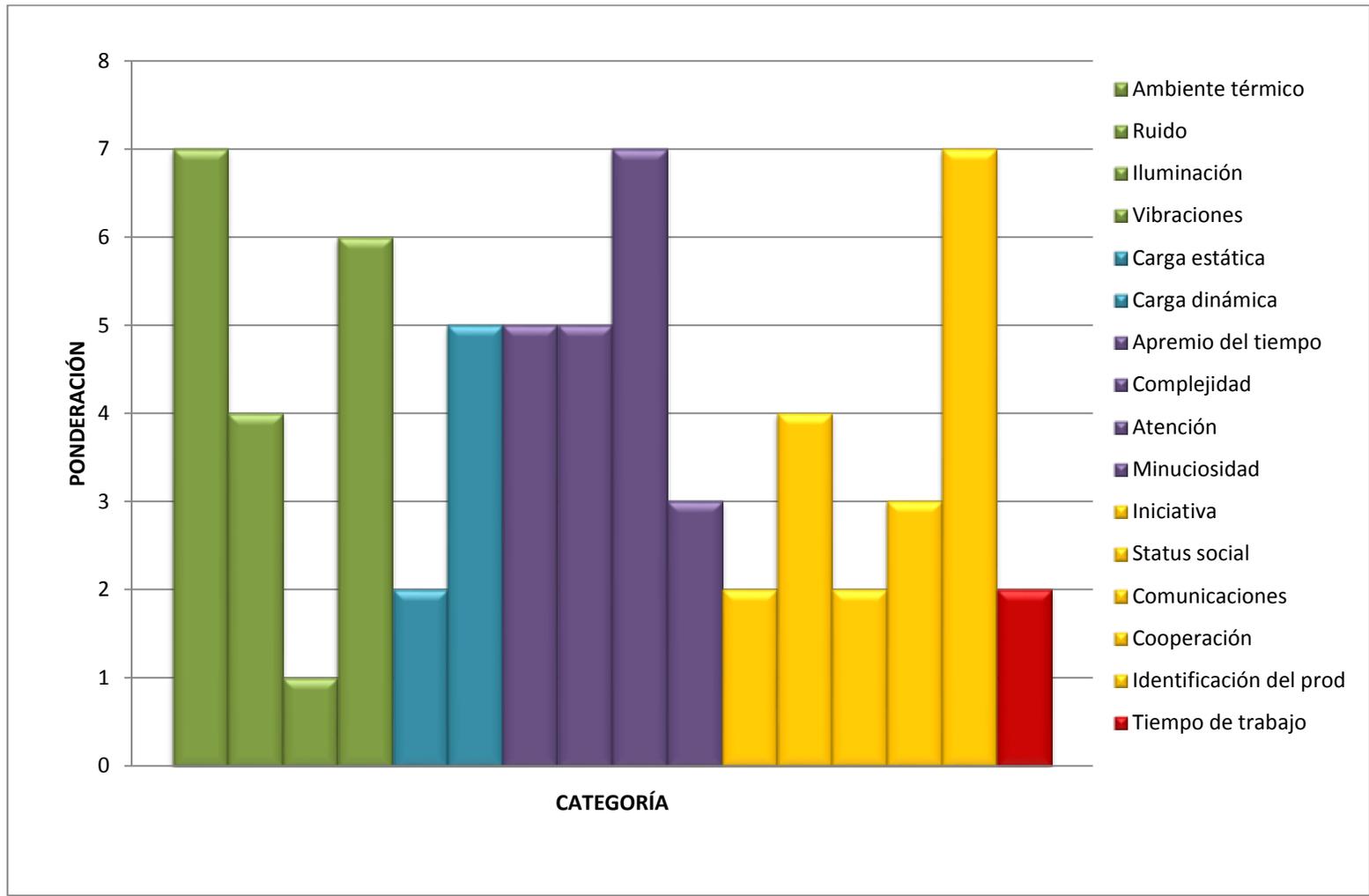


Gráfico 1: Evaluación del área de Fundición.
Fuente: Propia.

De acuerdo con el gráfico mostrado anteriormente, se puede decir, que las condiciones que causan un mayor impacto en el desempeño del operario, corresponden a: el ambiente físico, principalmente en el criterio del ambiente térmico, pues el nivel de temperatura al que se ve expuesto el trabajador en el área de fundición es elevado, causando molestias e incluso riesgos de fatiga, otro aspecto importante en esta categoría son la vibraciones producidas por los hornos cuando están en funcionamiento, éstas son causa de molestias moderadas y en algunos casos fatiga o estrés en los operarios.

También se puede observar como factor influyente en las condiciones de trabajo del área de fundición la carga física, sobretodo la carga dinámica, debido a que los movimientos que son ejecutados implican exposiciones moderadas, necesitando para ello un alto consumo energético por parte del obrero.

En cuanto a la carga mental requerida en esta área, puede notarse que el aspecto que más impacto tiene es el de atención, ya que el nivel de riesgo al cual el trabajador está expuesto es alto, por lo tanto se necesita que el trabajador este concentrado en todas las actividades a realizar.

Un último punto resaltante en las condiciones de trabajo del área de fundición son los aspectos psicosociales, sobretodo el criterio de la identificación del trabajador con el producto, y es que los operarios del área de fundición están conscientes que su labor incide de manera considerable en la consecución del objetivo fundamental de la empresa, pues de ellos depende que el material para los conductores tenga las propiedades deseadas, este nivel de responsabilidad ocasiona muchas veces en los operarios preocupación, estrés y hasta fatiga.

6.1.2 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COLADA

6.1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El área de colada es la más reducida o pequeña, en cuanto a espacio se refiere, del proceso de fabricación de alambón, se encuentra inmediatamente después del área de fundición y está compuesta por 2 sub-áreas que son: canal de colada donde se encuentra el filtro desgasificador o el Reactor Mint y la rueda de colada.

Para realizar una descripción que permita conocer de forma específica y concreta cada una de las condiciones que influyen en la realización de las tareas que tienen lugar en el área de colada, resulta conveniente tomar en cuenta factores de relevada importancia tales como:

→ **Condiciones de trabajo**

La zona destinada para la realización de actividades de colada en la empresa C.V.G. CABELUM, cuenta con un área aproximada de 9.4 m de largo por 25 m de ancho. Vale acotar que la mayor parte del tiempo el trabajador permanece en la zona donde se encuentra ubicada la rueda de colada, esta área es reducida pues tiene una dimensión de 7.4 m de largo por 5.2 m de ancho.

→ **Descripción de la tarea**

La etapa de colada comienza cuando la aleación líquida contenida en los hornos retenedores ha alcanzado la composición química y las temperaturas requeridas, de manera que es vertido a la canal de colada mediante el accionamiento del sistema hidráulico de levantamiento o inclinación del horno Basculante.

Esta aleación líquida es desgasificada en el Reactor Mint y es liberada de las inclusiones con el Filtro Cerámico. Sigue a la rueda de colada donde se solidifica en forma de barra. Esta rueda de colada tiene una velocidad de 2.5 vueltas por minuto cuando se trabaja con aleación 6201 y 3.5 vueltas por minuto con aleación 1350, ya que esta aleación es más blanda.

A. Entorno físico

1. Ambiente térmico

- **Temperatura en el puesto de trabajo.**

Dadas las características del área de colada y la cercanía a los hornos, la temperatura en este puesto de trabajo es muy alta, esta temperatura se mantiene alrededor de 39 a 45 °C, (Según Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, desarrollado por el personal de control de riesgos), vale acotar que el nivel de temperatura podría variar debido a las condiciones ambientales externas. La ventilación existente en esta área es gracias al uso de artefactos y/o elementos eléctricos (ventiladores industriales).

- **Nivel de esfuerzo del trabajador en la realización de una tarea.**

Observando la realización de las actividades propias de esta estación, se puede decir que el operario realiza esfuerzos físicos, sobretodo cuando se presentan inconvenientes en el proceso de laminación o cuando falla la energía eléctrica, pues los trabajadores en este caso deben limpiar la canal de colada utilizando cepillos de alambre y palas.

- **Tiempo de exposición a la temperatura del puesto.**

La exposición a la temperatura va estar distribuida por los dos operarios de la rueda de colada, es decir, cada operador permanece expuesto 4 horas aproximadamente a la temperatura en el puesto de trabajo.

- **Variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza.**

Se considera que existen variaciones considerables de temperatura, siempre y cuando el trabajador salga del área de colada, es decir, deje de operar el Reactor Mint y la rueda de colada, pues los movimientos realizados por el trabajador estarán a un nivel de temperatura determinado por la cercanía al canal de colada.

- **Manipulación de materiales (calientes o fríos) y medios de protección.**

Existe manipulación de materiales a temperaturas extremas, por lo tanto el trabajador es dotado de guantes, botas, cascos y lentes de seguridad, careta, delantal y chaqueta aluminizada.

2. Ruido

El ruido que se presenta en esta área es de tipo permanente pues no varía en con el transcurso del tiempo. Éste es producido por los hornos basculantes y el Reactor Mint. Se considera que aunque el ruido no es muy alto, la exposición prolongada a este factor, puede producir efectos, tales como: migrañas, perturbaciones, descontrol, estrés, etc.

3. Iluminación

Debido a la estructura del área de colada la iluminación en el puesto de trabajo siempre requiere de la utilización de mecanismos artificiales, en este caso son utilizados bombillos de 220 Voltios.

4. Vibraciones

Se considera que las vibraciones a las que se encuentra expuesto el operario es media y permanente, pues generalmente, estas corresponden a las emitidas por los hornos cuando están en funcionamiento.

B. CARGA FÍSICA

5. Carga Estática.

- **Posturas y duración de las mismas en el desarrollo de las tareas.**

Para la realización de las actividades en el área de colada se requiere que el trabajador permanezca de pie.

6. Carga Dinámica.

En este aspecto puede decirse que los operarios de esta área poseen gran carga dinámica, pues los movimientos que son ejecutados implican exposiciones prolongadas, sin embargo pueden ser alternados por el operario estableciendo intervalos de descanso en las ocasiones que así lo ameriten. El consumo energético aproximado durante la jornada de trabajo corresponde aproximadamente a 1800 Kcal/turno.

C. CARGA MENTAL

7. Apremio de tiempo: (Trabajos repetitivos)

- **Modelo de remuneración.**

El salario establecido para los operarios de esta área corresponde a una remuneración fija semanal, la cual se puede incrementar dependiendo el turno de trabajo, por ejemplo el horario nocturno es el mejor pagado debido a las primas y bonos nocturnos que goza el trabajador.

- **Trabajo en cadena o no.**

Generalmente el trabajo que se da en esta área es en cadena, debido a que es un proceso continuo, este ocurre en forma coordinada con los procesos de fundición y laminación; a fin de lograr las metas planteadas en cuanto a la producción de alambrón; sin embargo en algunas ocasiones es posible llevar a cabo las reparaciones pertinentes para el funcionamiento de una maquinaria específica sin la intervención de otras áreas.

- **Obligación de recuperar o no los retrasos.**

Aunque no existe obligatoriedad en el hecho de recuperar retrasos, existe la necesidad de hacerlo, con el fin, de evitar retrasos o demoras en los siguientes procesos, y en consecuencia el retraso de toda la actividad en conjunto.

- **Número de pausas durante la jornada de trabajo.**

La realización de pausas no posee un patrón fijo, éstas son producidas en algunos casos por fatiga, en otros por falla de la energía eléctrica y en otros por problemas que se presenten en el área de laminación que requieran parar el proceso de colada para realizar reparaciones respectivas. Es importante acotar que las pausas más prolongadas se producen debido a la falta de materia prima en el almacén.

7. Apremio de tiempo (Trabajos no repetitivos)

- **Posibilidad de ausentarse del puesto de trabajo.**

El operario no posee alto grado de autonomía en cuanto al hecho de ausentarse del puesto de trabajo, solo podrá hacerlo en situaciones de emergencia o que así lo ameriten, sin ocasionar con esto daños o perturbaciones a la realización de otros trabajos llevados a cabo en el área; sin embargo, la ausencia de éste en su puesto de trabajo es evitada al máximo, a fin de disminuir el grado de retraso que pueda presentarse en el proceso continuo.

- **Posibilidad de detener la máquina.**

No es posible detener la colada cuando el obrero lo decida, pues requiere una orden de la gerencia o del jefe inmediato.

8. Complejidad- Rapidez

- **Duración media de cada operación.**

No se tiene establecido actualmente en la empresa un tiempo específico para la realización de las actividades en el área de colada, pero se pudo observar que los tiempos aproximados para la colada de 30 toneladas de aluminio es de 5 horas, siempre y cuando no se presenten inconvenientes.

- **Duración de cada ciclo.**

Los ciclos de trabajo en esta área no poseen una duración constante, sino que estos varían dependiendo de la situación que se presente. Generalmente los ciclos agrupan la realización de tres o más tareas en la misma área, manteniendo una duración total aproximada de 5 horas.

- **Nº de elecciones por ciclo.**

Durante el transcurso de cada ciclo el operario debe hacer elecciones constantes referidas al tipo de herramientas, implementos, accesorios y equipos que debe utilizar para llevar a cabo la actividad correspondiente.

9. Atención

A.- Trabajos repetitivos

- **Nivel de atención requerido.**

Se requiere en esta área que el nivel de atención del trabajador, sea tal que permita la realización óptima de las actividades asignadas; pues, de ocurrir distracciones que interfieran en la ejecución de tareas, pueden generarse errores que pueden ocasionar retrasos en todo el proceso, así como también el aumento del nivel de riesgo a los que se ve expuesto el operario, materializando de este modo un evento accidental.

- **Duración y continuidad de la atención.**

Se considera necesario que la atención del operario en las actividades que ejecuta se mantenga constante durante todo el tiempo de colada, debido a que con ello se disminuye considerablemente el nivel de riesgos a los que se expone y además se logra obtener un mayor grado de calidad del alambón producido.

- **Riesgos de accidentes, frecuencia y gravedad de los mismos.**

Durante la ejecución de actividades propias de esta área el operario se ve expuesto a los siguientes riesgos potenciales: Golpeado por/contra, caídas a igual/diferente nivel, exposición a dolores a nivel de la región lumbar, quemado por contacto con aluminio líquido a más de 680 °C, exposición a objetos puntiagudos, al ruido, a la inhalación de gases emanados de la combustión, a la inhalación de polvo y gases, incendios y explosión; los cuales generan riesgos de accidentes constantemente con un alto nivel de gravedad.

- **Posibilidad de rechazo del producto.**

Las posibilidades de rechazo del producto en esta área pueden considerarse en un nivel mínimo, debido a que generalmente el operario verifica constantemente las especificaciones de las solicitudes que se le realizan, a fin de elaborar las actividades pertinentes de manera efectiva.

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

En este aspecto las posibilidades de relacionarse durante la jornada de trabajo son considerables, pues, el operario tiene la posibilidad de interactuar con sus compañeros de trabajo sin que este hecho incida en la producción de errores, o en el retraso de la actividad que se da en forma individual o en conjunto. Sin embargo se aconseja que el trabajador mantenga un nivel de

atención que permita la realización óptima de las actividades o tareas que le son asignadas.

- **Posibilidad de distraer la vista, durante y cuánto tiempo.**

Las posibilidades de distracción visual, se encuentran en un nivel medio, debido a que, para la realización de las actividades propias del área de colada, aunque el operario no requiere de un alto grado de precisión, debido al manejo de piezas cuyos tamaños son variantes, es necesario que se mantenga un nivel de atención elevado, sobre los objetos que están siendo utilizados, de forma tal que no se produzcan errores en las actividades.

- **Riesgo de deterioro del material.**

El material utilizado en esta área posee un alto riesgo de deterioro por una acción incorrecta del operario, por ejemplo cuando no se controla la velocidad de la rueda de colada el alambrón no tendrá las especificaciones físicas deseadas

- **Valor de las piezas o del producto.**

Es difícil establecer un valor monetario de las máquinas y equipos que se utilizan en el área de colada, pero no hay duda del su alto costo. El producto (barra trapezoidal de aleación de aluminio) tiene un alto valor pues es un proceso continuo y se procesa grandes cantidades de material, además los errores que se presenten en esta área tendrán un gran impacto en las demás áreas de la empresa.

- **Características físicas del material utilizado.**

Actualmente se procesan dos tipos de aleación, la 1350 y la 6201 respectivamente.

B.- Trabajos no repetitivos

- **Número de máquinas a vigilar.**

Básicamente las máquinas a vigilar en esta área son dos, el Reactor Mint, también llamado filtro desgasificador y la rueda de colada.

- **Número de señales medias por máquina.**

Las máquinas utilizadas cuentan con un panel de control, por medio del cual el operario controla su funcionamiento. Allí se determina la velocidad de la rueda de colada, el encendido/apagado del reactor.

- **Duración y número de las intervenciones.**

Las intervenciones no poseen un número fijo, ya que dependen de la utilización que en un determinado momento el operario este dándole la máquina, la duración de las mismas depende de la naturaleza del trabajo a realizar.

10. Minuciosidad:

- **Nivel de percepción de los detalles.**

El nivel de percepción de detalles es alto, porque generalmente si existe alguna anomalía en el canal de colada o en la rueda, esta se percibe por el operario que debe estar en el área.

- **Dimensión de los objetos.**

Los objetos utilizados en la ejecución de tareas en el área de mecánica, son medianos, teniendo en cuenta que se pueden observar los detalles de los mismos a simple vista, sin necesidad de utilizar algún medio visual que facilite su percepción.

D. ASPECTOS PSICOSOCIALES

11. Iniciativa

- **Posibilidad de organizar al operario en su trabajo.**

Resulta posible llevar a cabo la organización del operario en su trabajo, tomando en cuenta sus gustos y deseos, permitiendo con ello la creación de grupos con actividades especiales con las cuales éste se sienta plenamente identificado (Deporte, cultura, artes, etc.).

- **Posibilidad de controlar el ritmo.**

El operario puede controlar hasta cierto punto su ritmo de trabajo siempre y cuando cumpla finalmente con las tareas que le son encomendadas.

- **Posibilidad de retocar piezas.**

Debido a la naturaleza del trabajo, el operario no tiene la oportunidad de retocar los trabajos que realiza una vez culminada la inspección correspondiente a la tarea ejecutada; a fin de cumplir con las características solicitadas.

- **Posibilidad de regular la máquina.**

Existe la posibilidad de regular en todo momento el flujo de material gracias a la velocidad de la rueda de colada, pero en este caso no se considera que el trabajador sea autónomo pudiendo hacer las actividades de la manera que le resulten más favorables, sino que se debe ajustar a los parámetros preestablecidos para la colada.

- **Posibilidad de intervenir en caso de incidente.**

El operario tiene posibilidad de intervenir en los incidentes generados en el proceso (En su área de trabajo), participando como regulador del mismo.

12. Estatus social

- **Duración del aprendizaje.**

El aprendizaje adquirido en esta área de trabajo no posee obsolescencia, es decir las técnicas aplicadas para cumplir con los objetivos planteados, permanecen vigentes con el tiempo y pueden aplicarse en cualquier otra área que requiera de la realización de trabajo de esta naturaleza. Sin embargo, estos conocimientos pueden mejorarse mediante la realización de cursos y actividades programadas con el objeto de mejorar los métodos y técnicas de trabajo.

- **Nivel de formación requerida para el puesto.**

No se requiere de un grado de instrucción elevado o especial para la realización de este trabajo, con poseer conocimientos técnicos y experiencia en la realización de estas actividades es suficiente.

13. Comunicaciones:

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

Existe la posibilidad de establecer relaciones interpersonales fuera de los horarios de trabajos, y dentro de ellos siempre y cuando, esto no incida en distracciones que conlleven al retraso de la reparación que deba realizarse.

- **Posibilidad de desplazarse.**

Existe muy poca posibilidad de desplazarse durante la realización de actividades, pues el área de colada es pequeña.

- **Número de personas cercanas.**

En el área de colada laboran 2 trabajadores, un operador de rueda de colada y un ayudante, sin embargo, debido a que esta área limita con el área de fundición y el área de laminación, se cuentan las personas que laboran

en estas zonas como personas cercanas, teniéndose un total de 10 personas.

14. Cooperación

- **Tipos de relaciones de trabajo.**

En ésta área se tiene que las relaciones son de tipo funcional y cooperativa, ya que cuenta por lo menos con dos trabajadores, el operario y el ayudante. Vale acotar que cuando se presentan inconvenientes (por ejemplo falla de energía eléctrica) los trabajadores del área de colada reciben ayuda por parte del personal de fundición y laminación.

- **Frecuencia de las relaciones.**

Las relaciones son constantes, estas dependen básicamente del tipo de trabajo que se está realizando y de la continuidad del mismo, si existe una carga de trabajo considerable, el operario se ve en la necesidad de solicitar ayuda mediante la comunicación de la información referida a la actividad que se está llevando a cabo.

15. Identificación con el producto

- **Situación del trabajador en el proceso productivo.**

La labor de los trabajadores del área de colada es muy importante, debido a que incide de manera directa, dada la característica del proceso, en la velocidad de producción de alambrón.

- **Importancia de la transformación efectuada en la pieza o producto.**

Se considera de gran importancia las actividades realizadas en el área de colada, ya que en esta zona se eliminan los gases y elementos extraños presentes en la aleación, en otras palabras se purifica el material.

E. TIEMPO DE TRABAJO

16. Tiempo de trabajo.

- **Tipo de horario.**

El horario de trabajo en la empresa por turnos, pues se desarrolla un proceso continuo, existen tres jornadas de trabajo de 8 horas cada una, de 7 am a 3 pm, de 3 pm a 11 pm y de 11 pm a 7 am.

- **Duración semanal del trabajo.**

El trabajo en esta área es continuo por turnos, se lleva a cabo de lunes a lunes.

6.1.2.2 EVALUACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Se puede observar de manera resumida en la siguiente tabla la ponderación dada a los factores del método LEST para la evaluación de las condiciones de trabajo en el área de colada (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Condiciones actuales de la etapa de colada.

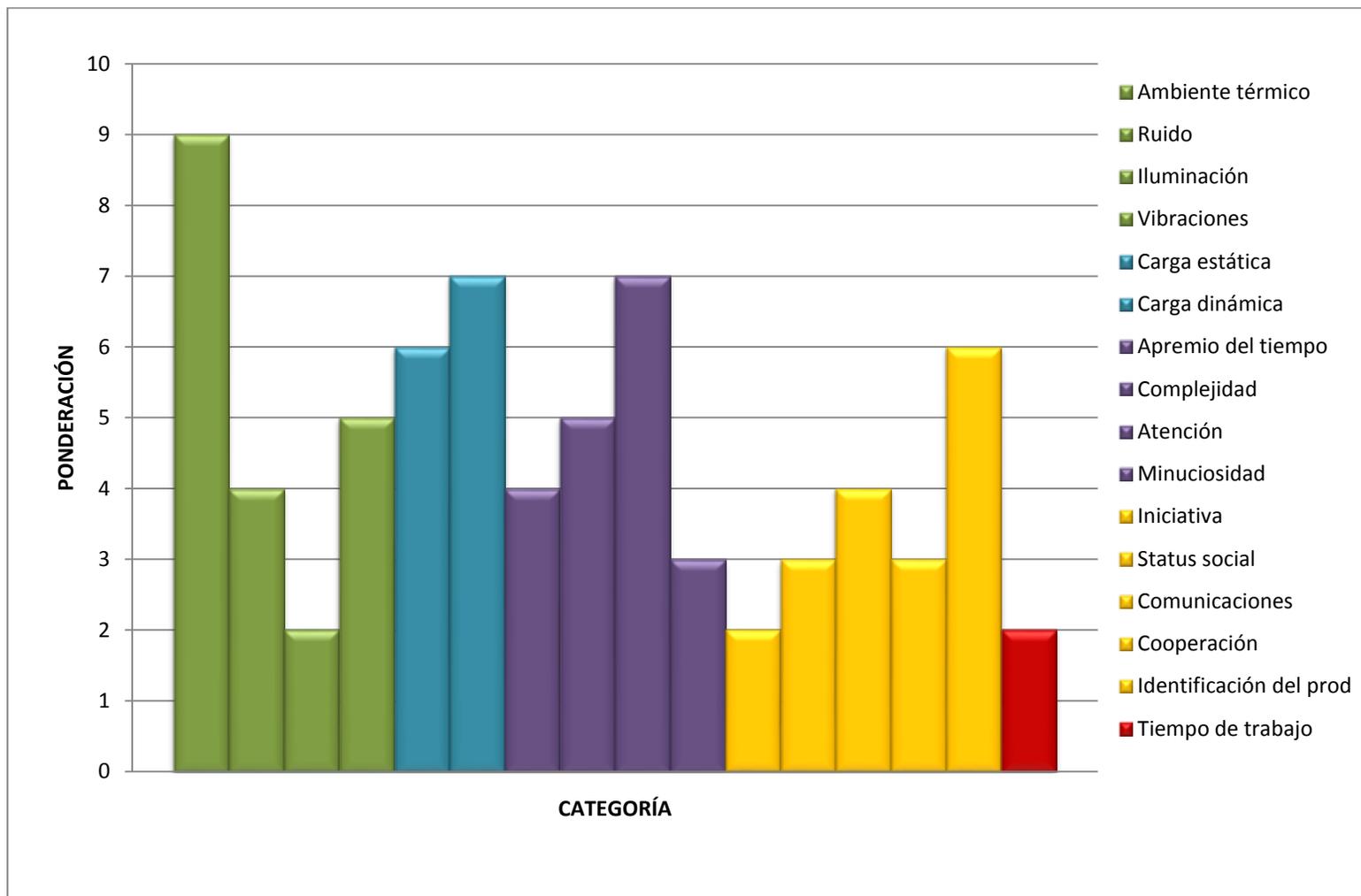
Categoría	Nº	Criterio	Puntuación	Condición correspondiente
Ambiente físico	1	Ambiente térmico	9	Molestias fuertes. Fatiga
Ambiente físico	2	Ruido	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Ambiente físico	3	Iluminación	2	Situación satisfactoria.
Ambiente físico	4	Vibraciones	5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga física	5	Carga estática	6	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Carga física	6	Carga dinámica	7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.

Carga mental	7	Apremio del tiempo	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	8	Complejidad-rapidez	5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	9	Atención	7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Carga mental	10	Minuciosidad	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	11	Iniciativa	2	Situación satisfactoria.
Aspectos psicosociales	12	Status social	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	13	Comunicaciones	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	14	Cooperación	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	15	Identificación con el producto	6	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Ambiente de Trabajo	16	Tiempo de trabajo	2	Situación satisfactoria.

Fuente: Propia

6.1.2.3 ANÁLISIS GRÁFICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestra un histograma que permite visualizar de manera sencilla las condiciones de trabajo y establecer así un primer diagnóstico. (Ver Gráfico 2)



Gráfica 2: Evaluación del área de colada.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el gráfico mostrado anteriormente, se puede decir, que las condiciones que causan un mayor impacto en el desempeño del operario, corresponden a: el ambiente físico, principalmente en el criterio del ambiente térmico, pues el nivel de temperatura al que se ve expuesto el trabajador en el área de colada es elevado, causando molestias fuertes e incluso fatiga, otro aspecto importante en esta categoría son la vibraciones producidas por los hornos cuando están en funcionamiento, éstas son causa de débiles molestias y en algunos casos fatiga o estrés moderado en los operarios.

También se puede observar como factor influyente en las condiciones de trabajo del área de colada la carga física, sobretudo la carga dinámica, debido a que los movimientos que son ejecutados implican exposiciones prolongadas, necesitando para ello un alto consumo energético por parte del obrero. La carga estática, es decir, la permanencia del trabajador en posición de pie por varias horas también influye en las condiciones de trabajo, pues genera molestias en el obrero y riesgo de fatiga.

En cuanto a la carga mental requerida en esta área, puede notarse que el aspecto que más impacto tiene es el de atención, ya que el nivel de riesgo al cual el trabajador está expuesto es alto, por lo tanto se necesita que el trabajador este concentrado en todas las actividades a realizar.

Un último punto resaltante en las condiciones de trabajo del área de colada son los aspectos psicosociales, sobretudo el criterio de la identificación del trabajador con el producto, y es que los obreros de esta zona están conscientes que su labor incide de manera directa, dada la característica del proceso, en la velocidad de producción de alambón, este nivel de responsabilidad ocasiona muchas veces en los operarios preocupación, estrés y hasta fatiga.

6.1.3 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LAMINACIÓN

6.1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

En el área de laminación de la empresa C.V.G CABELUM se lleva a cabo el último proceso para la obtención de alambón, el objetivo fundamental de este proceso es moldear la barra trapezoidal de material que sale de la rueda de colada hasta alcanzar una línea de aleación en forma cilíndrica de 9.5mm de diámetro denominado alambón. Este proceso se encuentra inmediatamente después del proceso de colada y está compuesto por 11 sub-áreas que son: Conveyor, enderezador de barra, horno, laminador, túnel de temple, cizalla de corte principal, enrollador O.T.T., rollo de alambón, torre cuello de ganso, cesta de alambón y la máquina de reenrollado.

→ Condiciones de trabajo

La zona destinada para la realización de actividades de laminación en la empresa C.V.G. CABELUM, cuenta con un área aproximada de 69 m de largo por 25 m de ancho, en la cual se encuentran dispuestos los materiales, equipos, herramientas y utensilios necesarios para llevar a cabo las operaciones implícitas de este proceso.

→ Descripción de la tarea

La etapa de laminación comienza cuando la barra de material fundido sale de la rueda de colada y entra al Conveyor, donde se le dobla en caliente para luego pasar por el enderezador de barra, éste la coloca horizontalmente y allí se le da forma trapezoidal a la barra por medio de la inducción de calor, luego pasa al laminador Properzi, que es la máquina principal del proceso, esta consta de varios cabezales que le van dando forma a la barra, a través de la adición de presión y calor hasta convertirla en un hilo cilíndrico de aluminio de 9.5 mm de espesor.

Este hilo cilíndrico de aleación de aluminio caliente continúa el recorrido y pasa por el túnel de temple, donde con la ayuda de refrigerantes se enfría y endurece el material. Cuando el alambión sale del túnel de temple con las propiedades físicas deseadas puede ser embobinado en línea con el Enrollador Orbital (O.T.T), el cual consta de una máquina de corte o cizalla y de dos porta carretes para permitir el embobinado de manera continua; o puede pasar a la torre cuello de ganzo, la cual se encarga de colocar el alambión en una cesta, para luego ser pesado, reenrollado con la máquina reenrolladora y embalado según las especificaciones del cliente.

El alambión en esta etapa se produce de forma continua a partir de la colada inicial y solo se puede parar por fallas en los equipos o algún mantenimiento.

A. ENTORNO FÍSICO

1. Ambiente térmico

- **Temperatura en el puesto de trabajo.**

La temperatura en el área de colada se mantiene alrededor de 30 a 35 °C, (Según Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, desarrollado por el personal de control de riesgos), vale acotar que el nivel de temperatura podría variar debido a las condiciones ambientales externas. La ventilación existente en esta área es gracias al uso de artefactos y/o elementos eléctricos (ventiladores industriales).

- **Nivel de esfuerzo del trabajador en la realización de una tarea.**

Observando la realización de las actividades propias de esta estación, se puede decir que el operario no realiza muchos esfuerzos físicos, a menos que se presenten inconvenientes o mantenimientos en el proceso que ameriten la intervención directa del trabajador. Los mayores esfuerzos físicos

en esta área lo realizan los operarios del Enrollador Orbital y de la máquina reenrolladora.

- **Tiempo de exposición a la temperatura del puesto.**

La exposición a la temperatura del puesto corresponde al tiempo que dura la jornada de trabajo, aproximadamente 8 horas.

- **Variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza.**

No se considera que existan variaciones considerables de temperatura en esta área.

- **Manipulación de materiales (calientes o fríos) y medios de protección.**

El material con que se trabaja se desplaza a alta temperatura durante gran parte del proceso, pero el trabajador no tiene contacto directo con el mismo, excepto en la parte del Enrollador Orbital donde el trabajador debe retirar los carretes embobinados para pesarlos. En esta etapa el trabajador es dotado de guantes y botas de seguridad.

2. Ruido

El ruido que se presenta en esta área es bajo y permanente pues no varía con el transcurso del tiempo. Es producido principalmente por el O.T.T.

3. Iluminación

La iluminación en el área es por medio de mecanismos artificiales, en este caso son utilizados bombillos de 220 Voltios.

4. Vibraciones.

Se considera que las vibraciones a las que se encuentra expuesto el operario en esta área es mínima y generalmente las produce el O.T.T.

B. CARGA FÍSICA

5. Carga Estática

- **Posturas y duración de las mismas en el desarrollo de las tareas.**

Para la realización de las actividades en el área de laminación el trabajador puede tomar la posición de pie e inclinado (en los trabajos de montado y desmontado de carretes en el O.T.T. y en la zona de reenrollado de alambrón). Sin embargo la mayor parte del tiempo el trabajador permanece sentado.

6. Carga Dinámica

En este aspecto puede decirse que los operarios de esta área poseen poca carga dinámica, pues los movimientos que son ejecutados implican exposiciones cortas. El consumo energético aproximado durante la jornada de trabajo corresponde aproximadamente a 1000 Kcal/turno.

C. CARGA MENTAL

7. Apremio de tiempo: (Trabajos repetitivos)

- **Modelo de remuneración.**

El salario establecido para los operarios de esta área corresponde a una remuneración fija semanal, la cual se puede incrementar dependiendo el turno de trabajo, por ejemplo el horario nocturno es el mejor pagado debido a las primas y bonos nocturnos que goza el trabajador.

- **Trabajo en cadena o no.**

El trabajo que se da en esta área es en cadena, debido a que es un proceso continuo, este ocurre en forma coordinada con los procesos de fundición y colada.

- **Obligación de recuperar o no los retrasos:**

Aunque no existe obligatoriedad en el hecho de recuperar retrasos, existe la necesidad de hacerlo, con el fin, de evitar retrasos o demoras en la producción de alambón.

- **Número de pausas durante la jornada de trabajo.**

La realización de pausas no posee un patrón fijo, éstas son producidas por falla de la energía eléctrica y en otros casos por problemas que se presenten en el laminador y el O.T.T. Es importante acotar que las pausas más prolongadas se producen debido a la falta de materia prima en el almacén.

7. Apremio de tiempo (Trabajos no repetitivos)

- **Posibilidad de ausentarse del puesto de trabajo.**

El operario no posee alto grado de autonomía en cuanto al hecho de ausentarse del puesto de trabajo, solo podrá hacerlo en situaciones de emergencia o que así lo ameriten, sin ocasionar con esto daños o perturbaciones a la realización de otros trabajos llevados a cabo en el área; sin embargo, la ausencia de éste en su puesto de trabajo es evitada al máximo, a fin de disminuir el grado de retraso que pueda presentarse en el proceso continuo.

- **Posibilidad de detener la máquina.**

No es posible detener la laminación cuando el obrero lo decida, pues requiere una orden de la gerencia o del jefe inmediato.

8. Complejidad- Rapidez

- **Duración media de cada operación.**

No se tiene establecido actualmente en la empresa un tiempo específico para la realización de las actividades en el área de colada, pero se pudo observar

que el tiempo aproximado para laminar en rollo de alambón de 2 toneladas es 40 min.

- **Duración de cada ciclo.**

Los ciclos de trabajo en esta área no poseen una duración constante, sino que estos varían dependiendo de la situación que se presente. Generalmente los ciclos agrupan la realización de 4 o más tareas en la misma área, manteniendo una duración total aproximada de 2 horas por rollo.

- **Nº de elecciones por ciclo.**

Durante el transcurso de cada ciclo el operario debe hacer elecciones constantes referidas al tipo de herramientas, implementos, accesorios y equipos que debe utilizar para llevar a cabo la actividad correspondiente.

9. Atención

A.- Trabajos repetitivos

- **Nivel de atención requerido.**

Se requiere en esta área que el nivel de atención del trabajador, sea tal que permita la realización óptima de las actividades asignadas; pues, de ocurrir distracciones que interfieran en la ejecución de tareas, pueden generarse errores que pueden ocasionar retrasos y pérdida de tiempo en todo el proceso.

- **Duración y continuidad de la atención.**

Se considera necesario que la atención del operario en las actividades que ejecuta se mantenga constante durante todo el tiempo de laminación, debido a que con ello se disminuye considerablemente el nivel de riesgo de retrasos e inconvenientes.

- **Riesgos de accidentes, frecuencia y gravedad de los mismos.**

Durante la ejecución de actividades propias de esta área el operario se ve expuesto a los siguientes riesgos potenciales: Golpeado por/contra, dolores a nivel de la región lumbar, quemado por contacto con barra de aleación a alta temperatura, exposición a objetos puntiagudos, a la inhalación de gases emanados de la combustión y a la inhalación de polvo.

- **Posibilidad de rechazo del producto.**

Las posibilidades de rechazo del producto en esta área pueden considerarse en un nivel mínimo, debido a que generalmente el operario verifica constantemente las especificaciones de las solicitudes que se le realizan, a fin de elaborar las actividades pertinentes de manera efectiva.

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

En este aspecto las posibilidades de relacionarse durante la jornada de trabajo son altas, pues el operario tiene la posibilidad de interactuar con sus compañeros de trabajo sin que este hecho incida en la producción de errores o en el retraso de la actividad que se da en forma individual o en conjunto.

- **Posibilidad de distraer la vista, durante y cuánto tiempo.**

Las posibilidades de distracción visual, se encuentran en un nivel medio, por lo tanto es necesario que el operario mantenga su atención en las actividades, de forma tal que no se produzcan errores en las mismas.

- **Riesgo de deterioro del material.**

El material utilizado en esta área posee bajo riesgo de deterioro por una acción incorrecta del operario, debido a que el proceso no requiere la intervención directa del trabajador.

- **Valor de las piezas o del producto.**

Es difícil establecer un valor monetario de las máquinas y equipos que se utilizan en el área de laminación, pero no hay duda del su alto costo. El producto (alambrón) que se obtiene de manera continua tiene un alto valor y resulta necesario para los demás procesos efectuados en la empresa (trefilación, cableado).

- **Características físicas del material utilizado.**

Actualmente se procesan dos tipos de aleación, la 1350 y la 6201.

B.- Trabajos no repetitivos

- **Número de máquinas a vigilar.**

Las máquinas a vigilar en esta área son el laminador Propersi, enrollador O.T.T. y máquina de reenrollado.

- **Número de señales medias por máquina.**

Las maquinas utilizadas cuentan con un panel de control, por medio del cual el operario controla su funcionamiento. Allí se determina el encendido/apagado, la velocidad de enrollado del O.T.T, entre otras cosas.

- **Duración y número de las intervenciones.**

Las intervenciones no poseen un número fijo, ya que dependen de la utilización que en un determinado momento el operario este dándole la máquina.

10. Minuciosidad:

- **Nivel de percepción de los detalles.**

El nivel de percepción de detalles es alto, porque generalmente si existe alguna anomalía en la barra de laminación, esta se percibe por el operario del área.

- **Dimensión de los objetos.**

Los objetos utilizados en la ejecución de tareas en el área de laminación, son medianos, teniendo en cuenta que se pueden observar los detalles de los mismos a simple vista, sin necesidad de utilizar algún medio visual que facilite su percepción.

D. ASPECTOS PSICOSOCIALES

11. Iniciativa:

- **Posibilidad de organizar al operario en su trabajo.**

Resulta posible llevar a cabo la organización del operario en su trabajo, tomando en cuenta sus gustos y deseos, permitiendo con ello la creación de grupos con actividades especiales con las cuales éste se sienta plenamente identificado (deporte, cultura, artes, etc.).

- **Posibilidad de controlar el ritmo.**

El operario puede controlar hasta cierto punto su ritmo de trabajo siempre y cuando cumpla finalmente con las tareas que le son encomendadas.

- **Posibilidad de retocar piezas.**

Debido a la naturaleza del trabajo, el operario no tiene la oportunidad de retocar los trabajos que realiza una vez culminada la inspección correspondiente a la tarea ejecutada.

- **Posibilidad de regular la máquina.**

El trabajador puede regular las máquinas del área, pero no se considera que sea autónomo pudiendo hacer las actividades de la manera que le resulten más favorables, sino que se debe ajustar a los parámetros preestablecidos para la colada.

- **Posibilidad de intervenir en caso de incidente.**

El operario tiene posibilidad de intervenir en los incidentes generados en el proceso (en su área de trabajo), participando como regulador del mismo.

12. Estatus social

- **Duración del aprendizaje.**

El aprendizaje adquirido en esta área de trabajo no posee obsolescencia, es decir las técnicas aplicadas para cumplir con los objetivos planteados, permanecen vigentes con el tiempo y pueden aplicarse en cualquier otra área que requiera de la realización de trabajo de esta naturaleza.

- **Nivel de formación requerida para el puesto.**

No se requiere de un grado de instrucción elevado o especial para la realización de este trabajo, con poseer conocimientos técnicos y experiencia en la realización de estas actividades es suficiente.

13. Comunicaciones

- **Posibilidad de hablar con los compañeros.**

Existe la posibilidad de establecer relaciones interpersonales fuera de los horarios de trabajos, y dentro de ellos siempre y cuando, esto no incida en distracciones que conlleven al retraso de la actividad a realizar.

- **Posibilidad de desplazarse.**

Existe mucha posibilidad de desplazarse durante la realización de actividades, pues el área de laminación es amplia.

- **Número de personas cercanas.**

El área de laminación cuenta con 3 trabajadores, un operador de cesta O.T.T., un operador de máquina de reenrollado y un ayudante, sin embargo, debido a que esta área limita con el área de fundición y el área de colada, se cuentan las personas que laboran en esta zona como personas cercanas, teniéndose un total de 10 personas.

14. Cooperación

- **Tipos de relaciones de trabajo.**

En ésta área se tiene que las relaciones son de tipo funcional y cooperativa, ya que cuenta por lo menos con dos trabajadores, el operario y el ayudante.

- **Frecuencia de las relaciones.**

Las relaciones son constantes, estas dependen básicamente del tipo de trabajo que se esta realizando y de la continuidad del mismo, si existe una carga de trabajo considerable, el operario se ve en la necesidad de solicitar ayuda mediante la comunicación de la información referida a la actividad que se está llevando a cabo.

15. Identificación con el producto

- **Situación del trabajador en el proceso productivo.**

La labor de los trabajadores del área de laminación es importante, debido a que incide de manera directa, en la producción de los rollos alambón con las características físicas deseadas.

- **Importancia de la transformación efectuada en la pieza o producto.**

Se considera importante las actividades realizadas en el área de laminación, ya que en esta zona se moldea la barra de aleación de aluminio hasta alcanzar las especificaciones exigidas por el cliente.

E. TIEMPO DE TRABAJO

16. Tiempo de trabajo

- **Tipo de horario.**

El horario de trabajo en la empresa por turnos, pues se desarrolla un proceso continuo, existen tres jornadas de trabajo de 8 horas cada una, de 7 am a 3 pm, de 3 pm a 11 pm y de 11 pm a 7 am.

- **Duración semanal del trabajo.**

El trabajo en esta área es continuo por turnos, se lleva a cabo de lunes a lunes.

6.1.3.2 EVALUACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Se puede observar de manera resumida en la siguiente tabla la ponderación dada a los factores del método LEST para la evaluación de las condiciones de trabajo en el área de laminación (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Condiciones actuales de la etapa de laminación.

Categoría	Nº	Criterio	Puntuación	Condición correspondiente
Ambiente físico	1	Ambiente térmico	6	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Ambiente físico	2	Ruido	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Ambiente físico	3	Iluminación	2	Situación satisfactoria.

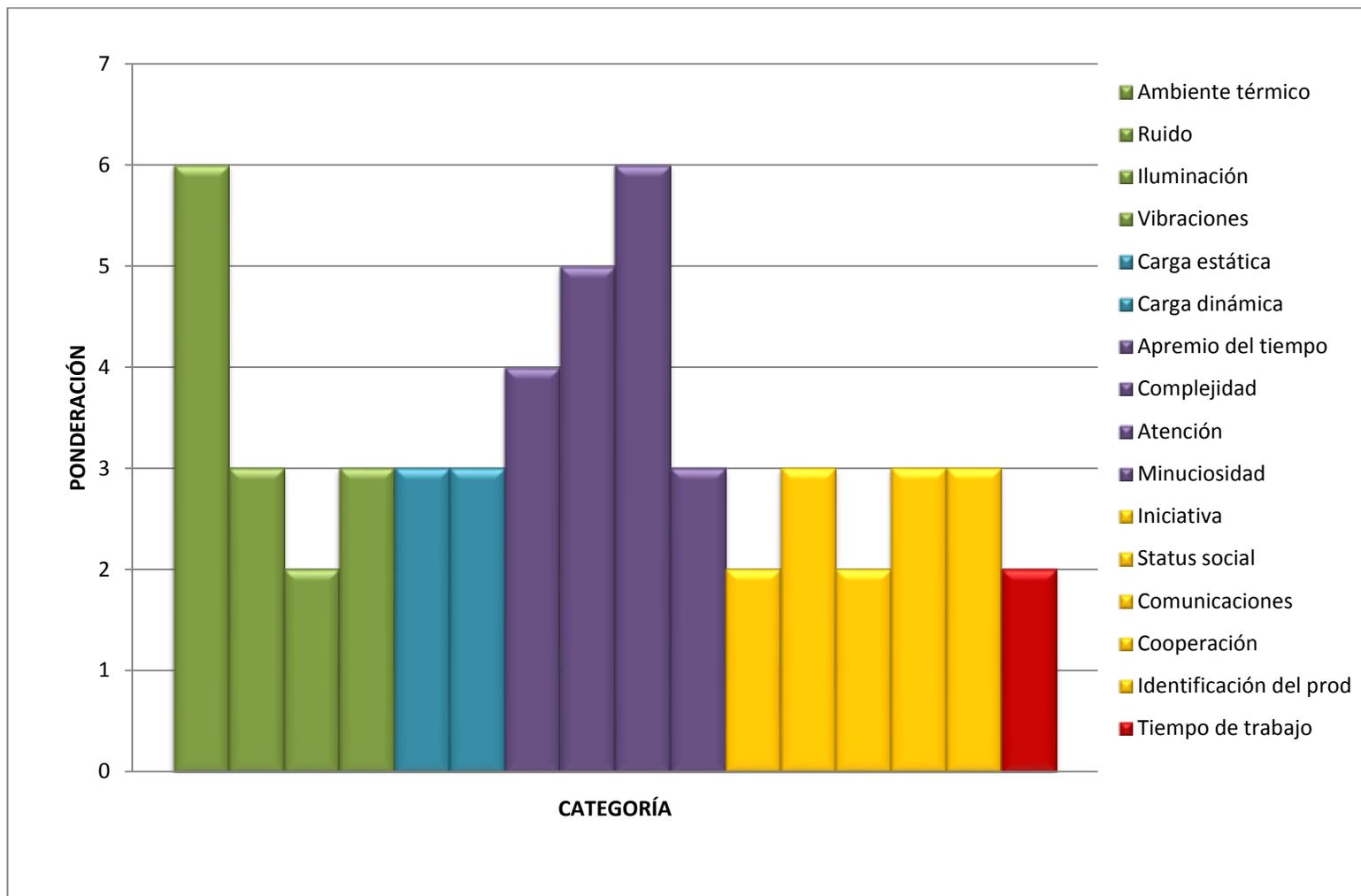
Ambiente físico	4	Vibraciones	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga física	5	Carga estática	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga física	6	Carga dinámica	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	7	Apremio del tiempo	4	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	8	Complejidad-rapidez	5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Carga mental	9	Atención	6	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
Carga mental	10	Minuciosidad	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	11	Iniciativa	2	Situación satisfactoria.
Aspectos psicosociales	12	Status social	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	13	Comunicaciones	2	Situación satisfactoria.
Aspectos psicosociales	14	Cooperación	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Aspectos psicosociales	15	Identificación con el producto	3	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
Ambiente de Trabajo	16	Tiempo de trabajo	2	Situación satisfactoria.

Fuente: Propia



6.1.3.3 ANÁLISIS GRÁFICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestra un histograma que permite visualizar de manera sencilla las condiciones de trabajo y establecer así un primer diagnóstico (Ver Gráfico 3).



Gráfica 3: Evaluación del área de laminación.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el gráfico mostrado anteriormente, se puede decir, que las condiciones que causan un mayor impacto en el desempeño del operario, corresponden al ambiente físico, principalmente en el criterio del ambiente térmico, pues el nivel de temperatura al que se ve expuesto el trabajador en el área de laminación puede causar molestias medias y riesgo de fatiga.

En cuanto a la carga mental requerida en esta área, puede notarse que el aspecto que más impacto tiene es el de atención, ya que el nivel de riesgo al cual el trabajador está expuesto es medio, por lo tanto se necesita que el trabajador este concentrado en todas las actividades a realizar.

Como puede observarse en la gráfica los demás aspectos analizados de las condiciones de trabajo de esta área no influyen de manera negativa o perjudicial en la consecución de las metas deseadas para el proceso.

6.2 ANÁLISIS DEL MÉTODO DE TRABAJO PUESTO EN PRÁCTICA ACTUALMENTE EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA

Con la finalidad de conocer la efectividad de los métodos empleados para la realización de actividades en esta área se llevó a cabo un estudio de movimientos mediante la observación directa de los procesos de fundición, colada y laminación desarrollados en CABELUM, esto permitió analizar cada uno de los factores que intervienen en este ámbito.

Con el objeto de establecer una base que permitiera la evaluación de los movimientos ejecutados por el operario se llevo a cabo la evaluación de las principales actividades ejecutadas en esta área, aplicando el método del “Análisis Ergonómico del Puesto de Trabajo”, específicamente en lo relacionado a la postura de trabajo y movimientos de los operarios.

6.2.1 ANÁLISIS DEL PROCESO DE FUNDICIÓN

En cuanto a la postura de trabajo y movimientos para la realización de las labores de encendido y apagado de hornos, carga de horno fusor, agitado del metal fundido, remoción de escoria del horno fusor, lavado de hornos, toma de muestras para análisis químico y adición de aleantes propias del área de fundición se tiene:

❖ *Movimiento de trabajo para cuello-hombros*

Estos movimientos dependen de la posición que adopte el operario para ejecutar una tarea determinada. Sin embargo, se tiene que, para realizar cualquiera de las actividades correspondientes a esta área los movimientos de cuello-hombros son ejecutados con un alto grado de libertad, pues es el operario quien establece la posición más cómoda para ejecutar sus labores.

En las labores de esta área el cuello permanece la mayor parte del tiempo relajado, por lo tanto el trabajador no se ve afectado en esta parte.

❖ **Movimientos de trabajo para codo-muñeca.**

Los movimientos realizados por el conjunto codo-muñeca, dependen básicamente del tipo de trabajo que se esté realizando. Sin embargo, en general, se tiene que éste conjunto se ve sometido a constantes movimientos y esfuerzos, siendo las actividades que generan mayor esfuerzo el uso de la vara para el agitado de metal fundido, la remoción de escorias del horno fusor, el lavado de hornos y la utilización del montacarga para la introducción de la materia prima en los hornos. La partes del codo y muñeca del operador se ven sometida la mayor parte del tiempo a los movimientos de flexión, extensión, aducción y abducción. Estos producen tensiones medias, tirantes y cansancio en el trabajador.

❖ **Movimientos de trabajo para espalda.**

Los movimientos de trabajo para espalda dependen de la posición adoptada para ejecutar una determinada actividad. Sin embargo, en el área de fundición pueden establecerse dos casos:

- 1) La espalda puede apoyarse sobre una superficie, lo cual ayuda a mantener la espalda relajada y libre de tensiones (carga de horno fusor con la ayuda del montacargas, encendido y apagado de hornos).
- 2) La espalda no puede apoyarse en ninguna superficie generando un grado de tensión a nivel lumbar, estrés, cansancio y fatiga. que depende de la inclinación que adopte el operario y el tiempo de exposición a la posición (remoción de escoria del horno fusor, lavado de hornos, toma de muestras para análisis químico y adición de aleantes).

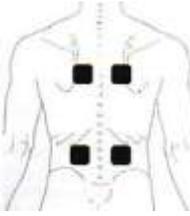
❖ ***Movimientos de trabajo para caderas-piernas.***

Aunque no existen métodos establecidos para llevar a cabo las actividades del área de fundición, el operario puede adoptar dos posiciones para ejecutar las mismas:

- 1) De pie con inclinaciones variadas: En este caso, se tiene que el grado de tensión en caderas y piernas, varía dependiendo de la inclinación que adopte el operario (mientras mayor es el grado de inclinación mayor es el nivel de tensión en caderas y piernas). Esta posición es la que adopta el trabajador para las labores de agitado del metal fundido, remoción de escoria del horno fusor, lavado de hornos, toma de muestras para análisis químico y adición de aleantes.
- 2) Sentado; en este caso, la espalda descansa sobre una superficie fija por lo que ésta se mantiene relajada y libre de tensiones. Pero la permanencia en esta posición puede originar dolores de cadera. Esta es la posición tomada en las actividades de encendido y apagado de hornos, carga de horno fusor.

A continuación se muestra de manera resumida el análisis de los movimientos de trabajo observados en el área de fundición (Ver Tabla 12).

Tabla 12: Postura de trabajo y movimientos de los operarios del área de fundición.

Parte del cuerpo implicado	Actividades del proceso donde se presentan	Posiciones	Efectos
 <p>Cuello-hombros</p>	Todas	Depende de la posición que tome el operario.	Relajado la mayor parte del tiempo.
 <p>Codo-muñeca</p>	Todas. (Principalmente el llenado de hornos, remoción de costras y agitado de hornos)	<ul style="list-style-type: none"> - Flexionado. - Extendido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tensiones medias - Tirantes. - Dolores musculares. - Cansancio.
 <p>Espalda</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Carga del horno fusor. - Encendido y apagado de hornos. 	Apoiada sobre una superficie.	Libre de tensiones.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remoción de escoria del horno fusor. - Lavado de hornos. - Toma de muestras para análisis químico. - Adición de aleantes. 	No apoiada en superficie.	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión. - Dolores lumbares. - Estrés. - Fatiga.
 <p>Caderas-piernas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Agitado del metal fundido. - Remoción de escoria del horno fusor. - Lavado de hornos. - Toma de muestras para análisis químico. - Adición de aleantes. 	Posición vertical (inclinaciones variadas)	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión en caderas y piernas. - Dolores musculares.
	<ul style="list-style-type: none"> - Encendido/apagado de hornos. - Carga de hornos. 	Sentado	<ul style="list-style-type: none"> - Dolores de cadera. - Adormecimiento de piernas. - Problemas de circulación.

Fuente: Propia

6.2.2 ANÁLISIS DEL PROCESO DE COLADA

En el área de colada se realizan las labores de preparación de la rueda de colada, lubricación del anillo de cobre de la rueda de colada, cambio del filtro cerámico, chequeo de pre-arranque de colada, chequeo de la temperatura de la barra, revisión de la velocidad de la rueda de colada y limpieza de la canal de colada. En cuanto a los movimientos desarrollados en estas actividades se tiene:

❖ *Movimiento de trabajo para cuello-hombros*

Estos movimientos dependen de la posición que adopte el operario para ejecutar una tarea determinada. En general, la parte del cuello y los hombros permanecen la mayor parte del tiempo con tensiones altas, debido a las actividades de chequeo y revisión de la rueda de colada que se ejecutan en esta área.

En los trabajos de esta área el cuello permanece inclinado, produciendo cansancio y estrés en el operario.

❖ *Movimientos de trabajo para codo-muñeca.*

Los movimientos realizados por el conjunto codo-muñeca, dependen básicamente del tipo de trabajo que se esté realizando y de la posición que adopte el operario. Se tiene que éste conjunto se ve sometido a constantes movimientos y esfuerzos, siendo las actividades que generan mayor esfuerzo la limpieza de la canal de colada, lubricación del anillo de cobre de la rueda de colada y el cambio del filtro cerámico. La partes del codo y muñeca del operador se ven sometida a los movimientos de flexión, extensión. Estos producen tensiones medias, tirantes y cansancio en el trabajador.

❖ ***Movimientos de trabajo para espalda.***

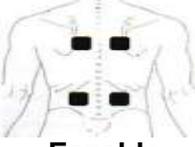
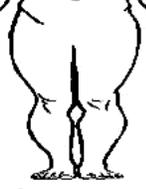
Los movimientos de trabajo para espalda dependen de la posición adoptada para ejecutar una determinada actividad. Sin embargo, se observó que en los trabajos realizados en el área de fundición la espalda no puede apoyarse en ninguna superficie generando un grado de tensión a nivel lumbar, estrés, cansancio y fatiga. Vale acotar que el nivel de cansancio depende de la inclinación que adopte el operario y el tiempo de exposición a la posición.

❖ ***Movimientos de trabajo para caderas-piernas.***

Se pudo observar que en las todas las actividades del área de colada el operario permanece de pie con inclinaciones variadas: En este caso, se tiene que el grado de tensión en caderas y piernas, varía dependiendo de la inclinación que adopte el operario (mientras mayor es el grado de inclinación mayor es el nivel de tensión en caderas y piernas).

A continuación se muestra de manera resumida el análisis de los movimientos de trabajo observados en el área de colada (Ver Tabla 13).

Tabla 13: Postura de trabajo y movimientos de los operarios del área de colada.

Parte del cuerpo implicado	Actividades del proceso donde se presentan	Posiciones	Efectos
 <p>Cuello-hombros</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Chequeo de pre-arranque de colada. - Chequeo de la temperatura de la barra. - Revisión de la velocidad de la rueda de colada 	Inclinado	<ul style="list-style-type: none"> - Altas tensiones. - Cansancio. - Estrés.
 <p>Codo-muñeca</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de la canal de colada. - Lubricación del anillo de cobre de la rueda de colada. - Cambio del filtro cerámico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexionado. - Extendido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tensiones medias - Tirantes. - Cansancio.
 <p>Espalda</p>	Todas	No apoyada en superficie.	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión. - Dolores lumbares. - Estrés. - Fatiga.
 <p>Caderas-piernas</p>	Todas	De pie con inclinaciones variadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en caderas y piernas. - Dolores musculares.

Fuente: Propia

6.2.3 ANÁLISIS DEL PROCESO DE LAMINACIÓN

En cuanto a la postura de trabajo y movimientos para la realización de las labores de preparación de línea de laminación, chequeo de pre-arranque de laminador, identificación de rollos, toma de muestras de control de enfriamiento, preparación de emulsión, toma de Mill-Pole (muestra de reducciones secuenciales de la barra de aleación de aluminio fundido, hecha por los rodillos de los cabezales del laminador), ordenamiento y limpieza, montado/bajado de rollos en el O.T.T, reenrollado, preparación de embalaje y operación de embalaje propias del área de fundición se tiene:

❖ ***Movimiento de trabajo para cuello-hombros***

Estos movimientos dependen de la posición que adopte el operario para ejecutar una tarea determinada. Sin embargo, se tiene que, para realizar cualquiera de las actividades correspondientes a esta área los movimientos de cuello-hombros son ejecutados con un alto grado de libertad, pues es el operario quien establece la posición más cómoda para ejecutar sus labores.

En las labores de esta área el cuello permanece a niveles de tensión bajos, los trabajos en donde se utiliza este conjunto son chequeo de pre-arranque de laminador e identificación de rollos.

❖ ***Movimientos de trabajo para codo-muñeca.***

Los movimientos realizados por el conjunto codo-muñeca, dependen básicamente del tipo de trabajo que se esté realizando. Sin embargo, se tiene que éste conjunto se ve sometido a movimientos y esfuerzos no perennes. Las actividades que generan mayor esfuerzo en este conjunto son preparación de emulsión, toma de Mill-Pole, ordenamiento y limpieza, montado/bajado de rollos en el O.T.T, reenrollado y operación de embalaje. La partes del codo y muñeca del operador se ven sometida en la mayoría de

los movimientos a flexión, extensión, aducción y abducción. Estos producen tensiones medias, tirantes y cansancio en el trabajador.

❖ ***Movimientos de trabajo para espalda.***

Los movimientos de trabajo para espalda dependen de la posición adoptada para ejecutar una determinada actividad. Sin embargo, en el área de laminación pueden establecerse dos casos:

1. La espalda puede apoyarse sobre una superficie, lo cual ayuda a mantener la espalda relajada y libre de tensiones.
2. La espalda no puede apoyarse en ninguna superficie generando un grado de tensión a nivel lumbar, estrés, cansancio y fatiga. que depende de la inclinación que adopte el operario y el tiempo de exposición a la posición (preparación de línea de laminación, chequeo de pre-arranque de laminador, identificación de rollos, toma de muestras de control de enfriamiento, preparación de emulsión, toma de Mill-Pole, ordenamiento y limpieza, montado/bajado de rollos en el O.T.T, reenrollado, preparación de embalaje y operación de embalaje).

❖ ***Movimientos de trabajo para caderas-piernas.***

Aunque no existen métodos establecidos para llevar a cabo las actividades del área de fundición, el operario puede adoptar dos posiciones para ejecutar las mismas:

1. De pie con inclinaciones variadas: En este caso, se tiene que el grado de tensión en caderas y piernas, varía dependiendo de la inclinación que adopte el operario (mientras mayor es el grado de inclinación mayor es el nivel de tensión en caderas y piernas). Esta posición es la que adopta el trabajador para las labores de preparación de línea de

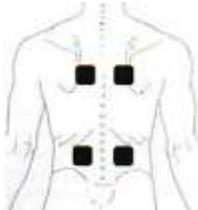
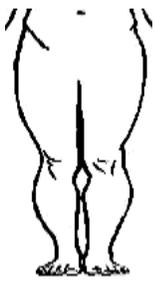
laminación, identificación de rollos, toma de muestras de control de enfriamiento, preparación de emulsión, toma de Mill-Pole, ordenamiento y limpieza, montado/bajado de rollos en el O.T.T, preparación de embalaje y operación de embalaje.

2. Sentado; en este caso, la espalda descansa sobre una superficie fija por lo que ésta se mantiene relajada y libre de tensiones. Pero la permanencia en esta posición puede originar dolores de cadera. Esta es la posición tomada en las actividades de chequeo de pre-arranque de laminador y reenrollado.

A continuación se muestra de manera resumida el análisis de los movimientos de trabajo observados en el área de laminación (Ver Tabla 14).

Tabla 14: Postura de trabajo y movimientos de los operarios del área de laminación.

Parte del cuerpo implicado	Actividades del proceso donde se presentan	Posiciones	Efectos
 Cuello-hombros	Chequeo de pre-arranque de laminador. Chequeo de horno Chestion. Identificación de rollos	Depende de la posición que tome el operario.	Tensión baja.
 Codo-muñeca	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de emulsión. - Toma de Mill-Pole. - Ordenamiento y limpieza. - Montado/bajado de rollos en el O.T.T. - Reenrollado. - Operación de embalaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexionado. - Extendido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tensiones medias - Tirantes. - Dolores musculares. - Cansancio.

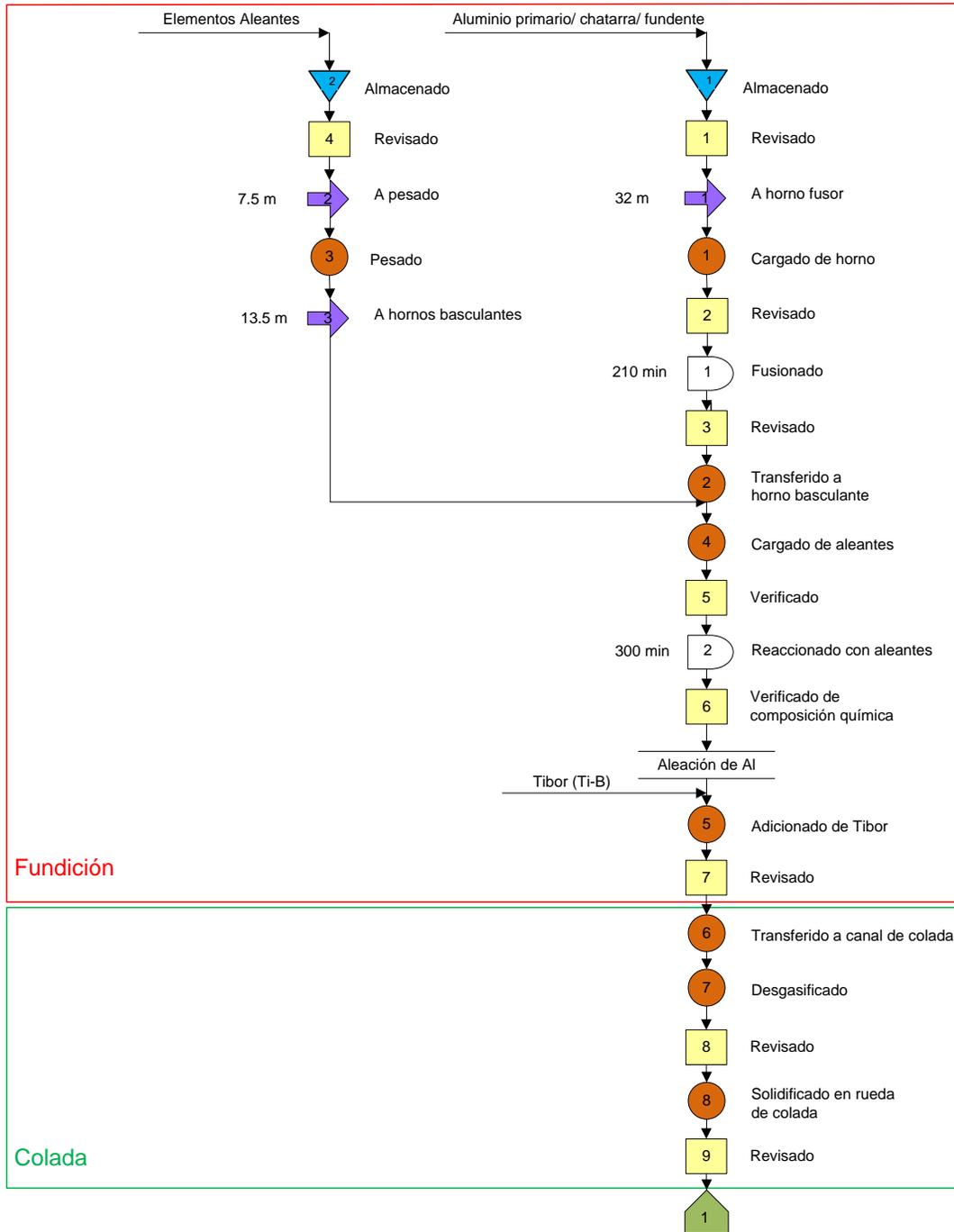
 <p>Espalda</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Chequeo de horno Chestion. - Reenrollado 	Apoyada sobre una superficie.	Libre de tensiones.
	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de línea de laminación. - Chequeo de pre-arranque de laminador. - Identificación de rollos. - Toma de muestras de control de enfriamiento. - Preparación de emulsión. - Toma de Mill-Pole. - Ordenamiento y limpieza. - Montado/bajado de rollos en el O.T.T. - Reenrollado. - Preparación de embalaje. - Operación de embalaje 	No apoyada en superficie.	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión. - Dolores lumbares. - Estrés. - Fatiga.
 <p>Caderas-piernas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de línea de laminación.. - Identificación de rollos. - Toma de muestras de control de enfriamiento. - Preparación de emulsión. - Toma de Mill-Pole. - Ordenamiento y limpieza. - Montado/bajado de rollos en el O.T.T. - Preparación de embalaje. - Operación de embalaje 	De pie (inclinaciones variadas)	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en caderas y piernas. - Dolores musculares.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-arranque de laminador. - Chequeo de horno Chestion. - Reenrollado 	Sentado	<ul style="list-style-type: none"> - Dolores de cadera. - Adormecimiento de piernas. - Problemas de circulación.

Fuente: Propia

6.3 MEJORA DEL DIAGRAMA DE PROCESO ASOCIADO A LAS ETAPAS DE FUNDICIÓN, COLADA Y LAMINACIÓN.

Los procesos de fundición, colada y laminación, ya explicados en la evaluación del proceso de fundición (Ver resultados 6.1.1, 6.1.2 y 6.1.3), son los de más envergadura para la producción de conductores de aluminio desnudos en C.V.G. CABELUM, es decir, de estos dependen los demás procesos que se ponen en práctica en la compañía, por lo tanto, requieren ser descritos de manera gráfica principalmente en el diagrama de proceso asociado a esta etapa, sin embargo actualmente la empresa cuenta con un diagrama que no muestra detalladamente todas las operaciones desarrolladas en el área (Ver Figura 16). En procura de solventar este inconveniente se propone el siguiente diagrama de procesos mejorado, en donde se anexan algunas actividades puestas en práctica, se establece la distancia que recorre el material en la zona así como el tiempo de espera o el tiempo en minutos que permanece el material en los hornos (Ver Figura 18).

Diagrama: Proceso
 Proceso: Fabricación de alambón
 Inicio: Almacén de materia prima
 Fin: Almacén de alambón
 Seguimiento: Material
 Método: Actual
 Fecha: 20/07/2012



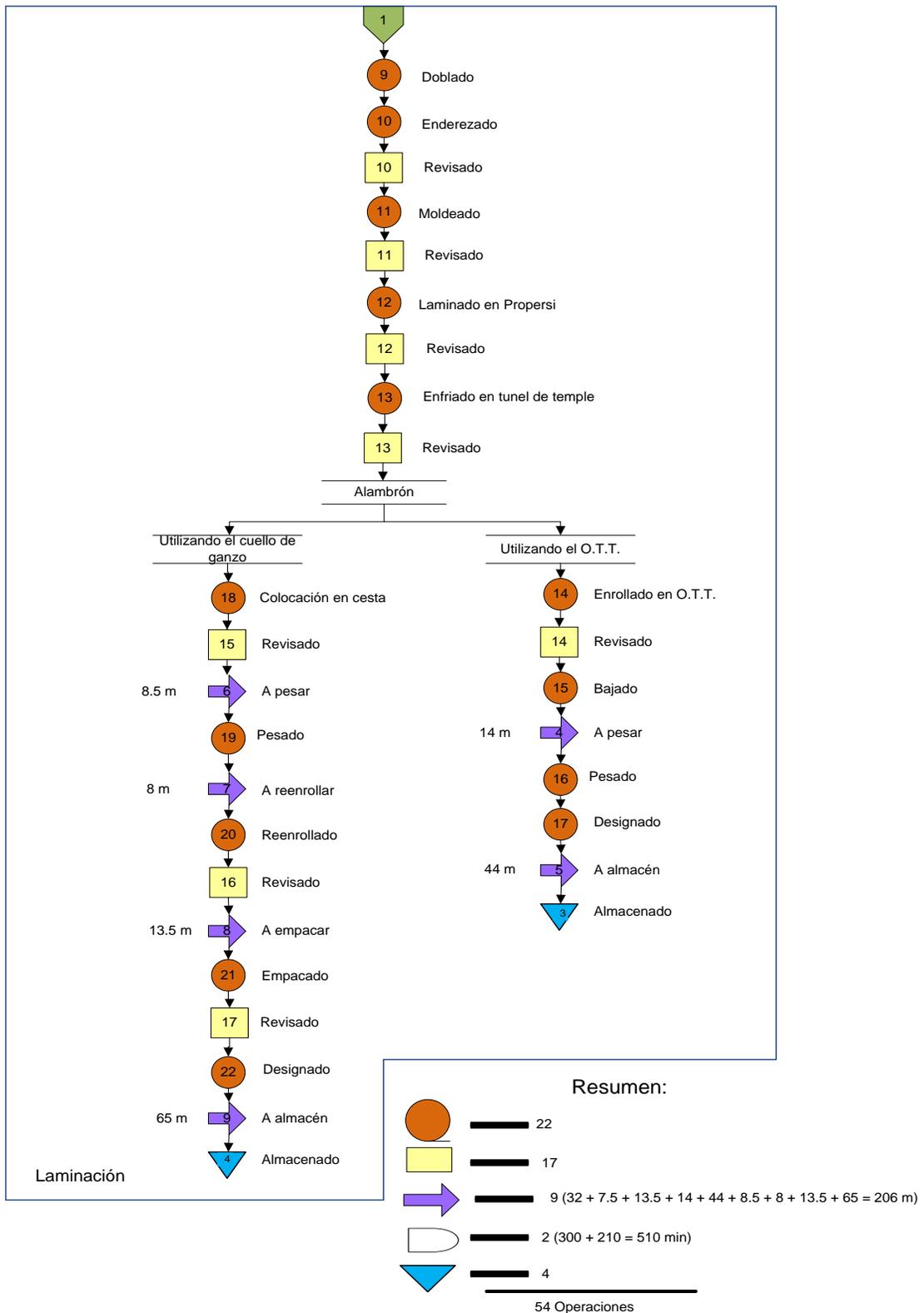


Figura 18: Diagrama de proceso mejorado del área de fundición.
Fuente: Elaboración propia.

6.4 DIAGNÓSTICO DEL FLUJO DE ACTIVIDADES QUE TIENE LUGAR EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA (LAYOUT)

Ya mostrados los diagramas de procesos tanto el actual (Ver Figura 16) como el propuesto (Ver Figura 18), se presentarán a continuación los esquemas de distribución o diagramas de recorrido de planta respectivos (Ver Figuras 19 y 20), ubicados en el plano bidimensional a escala del área de fundición de la empresa (Layout). Esto con el objetivo de realizar un diagnóstico que permita determinar las deficiencias e inconvenientes presentes en el diagrama de recorrido actual y plantear las mejoras al diagrama propuesto.

En la Figura 19 se muestra el diagrama de recorrido que se maneja actualmente en la empresa, en éste se indican las áreas donde se realizan todas las actividades que aparecen en el diagrama de procesos actual, la ruta de los movimientos señalada por medio de líneas, símbolos y la numeración correspondiente. Vale acotar que en éste diagrama de recorrido se le realizó el seguimiento al material, cubriendo los procesos fundición, colada y laminación. El recorrido comienza en el almacén de materia prima donde se toma el aluminio para fundirlo y termina en el almacén de rollos de alambrón terminados, abarcando una distancia de aproximadamente 180 m.

Entre las deficiencias observadas en el diagrama de recorrido actual (Ver Figura 19) se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Se excluyen muchas de las operaciones desarrolladas actualmente en los procesos de fundición, colada y laminación, como por ejemplo las operaciones relacionadas con la adición de aleaciones en el horno basculante, las operaciones de pesado, reenrollado y embalaje del alambrón.

-
- ✓ Se exceptúan muchos recorridos dados por el material hasta el área de almacén de rollos terminados.

 - ✓ No se especifican las operaciones llevadas a cabo en el área de colada.

 - ✓ No se muestran las demoras presentes en el proceso (tiempos de fusión y de preparación de aleación).

Visto el diagrama de recorrido actual y determinadas las deficiencias presentes en el mismo, se muestra a continuación el diagrama de recorrido propuesto (Ver Figura 20), en éste se plantean las siguientes mejoras:

- ✓ Se incorporan las actividades desarrolladas en los almacenes.
- ✓ Se detallan los recorridos dados por el material hasta la zona de almacén de productos terminados.
- ✓ Se exhiben tanto las operaciones efectuadas cuando se utiliza en enrollador orbital como las desarrolladas cuando se utiliza el cuello de ganso.
- ✓ Se muestran las demoras presentes en el proceso (tiempos de fusión y de preparación de aleación).
- ✓ Se muestran y especifican las operaciones llevadas a cabo en el área de colada.
- ✓ Se revelan las zonas donde se ejecutan las operaciones relacionadas con la adición de aleaciones en el horno basculante, las operaciones de pesado, reenrollado y embalaje del alambrón.
- ✓ Se incorporan las operaciones de revisión efectuadas por los trabajadores a lo largo de los procesos de fundición, colada y laminación.

6.5 EVALUACIÓN DE LOS NIVELES ACTUALES DE PRODUCCIÓN DE ALAMBRÓN EN TONELADAS DE LA EMPRESA C.V.G. CABELUM.

A continuación se evaluarán los niveles de producción de alambón del período enero-junio de 2012, considerando para ello aspectos altamente importantes para la producción como el porcentaje de rechazo de material fundido y la pérdida de material por fusión, además se analizará la producción y rechazo tanto de la aleación 1350 como de la 6201.

La información de los niveles de producción en el período enero-junio de 2012 que se mostrará y analizará en esta sección, fue recaudada en la unidad de Aseguramiento de la Calidad de la empresa CVG CABELUM, específicamente en el área de Planificación y Control de la Producción.

Es importante decir también que la empresa CVG CABELUM se planteó para este año el objetivo o la meta de producir 1600 toneladas de alambón por mes, es decir, 800 rollos de alambón por mes.

6.5.1 PRODUCCIÓN DE ALAMBRÓN

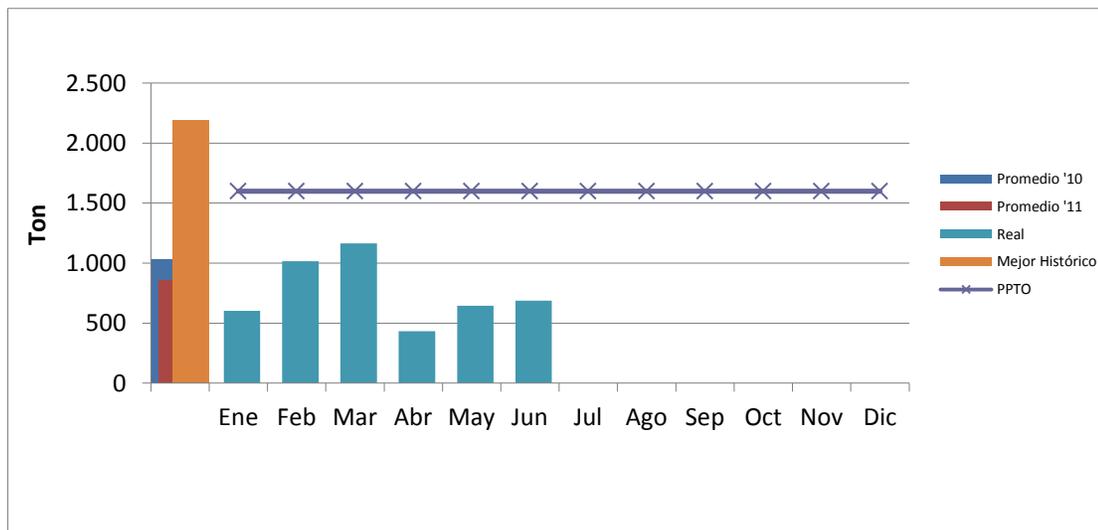
En la Tabla 15 se presenta de manera resumida las toneladas de alambón que se desean producir por mes, es decir, la producción planificada en toneladas (PPTO), la producción real en toneladas, el cumplimiento del PPTO en porcentaje, la sumatoria de las toneladas de alambón producidas hasta el mes de junio, el record histórico de producción por mes y el promedio de toneladas de alambón producido por mes en los años anteriores en la empresa.

Tabla 15: Producción de alambón en el período Enero-Junio 2012.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
PPTO	t	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	19.200
Real	t	602	1.015	1.164	433	645	689	4.547
Cumplimiento(Ppto)	%	37,61	63,46	72,76	27,04	40,31	43,04	47,37
Mejor Histórico	t	2.191						
Promedio '10	t	1.032						
Promedio '11	t	854						

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Estos valores se pueden observar en la gráfica siguiente: (Ver Gráfica 4)



Gráfica 4: Producción de alambón.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Observando el gráfico anterior se puede decir que el record histórico de producción de alambón al mes en la empresa CVG CABELUM se alcanzó el mes de Agosto de 2008 produciendo 2191 Ton, equivale en promedio a 12 rollos/turno aproximadamente, en esa oportunidad se superaron las expectativas y fue un impulso para el desarrollo económico de la compañía. En cuanto al período de enero-junio de 2012 la mayor producción de alambón ocurrió en el mes de marzo, alcanzando las 1.164 Ton y cumpliendo un 72.7% de la meta establecida. La menor producción de alambón ocurrió en el mes siguiente, el de abril, obteniendo 433 Ton y

cumpliendo un 24.04% de la meta programada, esta caída en la producción se debió primordialmente a la falta de materia prima. También se puede observar que el promedio de producción por mes desde enero hasta junio de 2012 es de 758 Ton de alambón muy por debajo de las 854 Ton promediadas en el 2011 y las 1032 Ton en el 2010, es decir, la empresa va en un franco descenso en cuanto a producción se refiere.

Ahora bien, de manera general se puede decir que la producción en el período enero-junio de 2012 no alcanzó la meta programada por mes debido a lo siguiente:

- La falta del suministro de Materia Prima.
- Falla en el Laminador.
- Falta de sistema O.T.T.
- Falta de estandarización.

Para solventar estos inconvenientes la empresa debe realizar las siguientes acciones:

- Darle continuidad de entrega de Materia Prima, para poder cumplir con los compromisos adquiridos.
- Continuar con la mejora del plan de mantenimiento a los sistemas eléctricos y electrónicos de la línea de laminación y O.T.T.
- Estandarizar los procesos de fundición, colada y laminación.

6.5.2 PORCENTAJE DE RECHAZO DE ALAMBRÓN

El rechazo consiste en la no aceptación y por lo tanto devolución del alambón producido al no contar con las características deseadas por los clientes o al no cumplir con los niveles de calidad establecidos en la empresa.

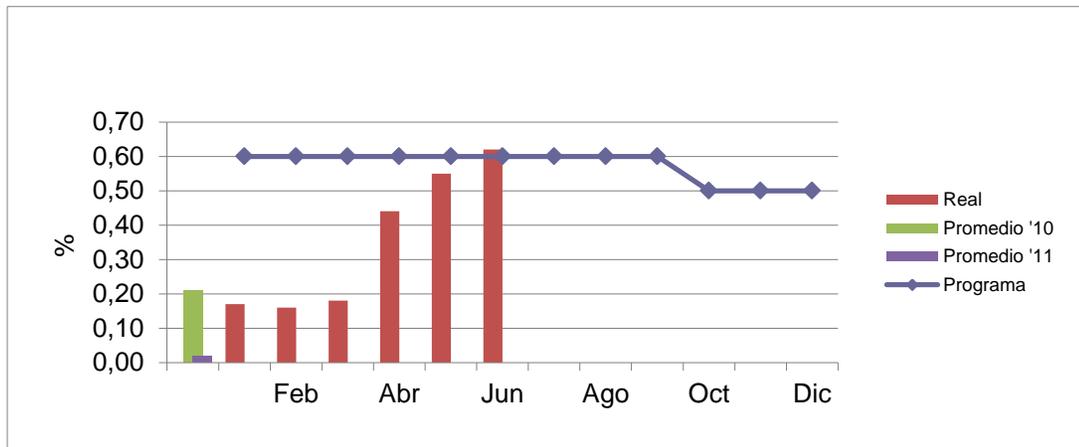
A continuación se muestran los porcentajes de rechazo programado, el porcentaje real de producción rechazada hasta el mes de junio, el promedio por mes del porcentaje de alambón rechazado en los años anteriores y el promedio acumulado hasta junio (Ver Tabla 16).

Tabla 16: Porcentaje de rechazo de alambón.

Indicador	U		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio Acum
Programa	%		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,58
Real	%		0,17	0,16	0,18	0,44	0,55	0,62	0,35
Promedio '10	%	0,21							
Promedio '11	%	0,02							

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Los valores mostrados anteriormente son graficados para una mejor comprensión a continuación (Ver Gráfica 5):



Gráfica 5: Porcentaje de rechazo de alambón.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Observando y evaluando el porcentaje de rechazo por mes de alambón en el período enero-junio se puede decir que éste ha ido en aumento, pasando el límite establecido de 0.6% en el mes de junio, esto ocurre debido a los arranques y parada de la línea por falta de materia prima y los cambios de aleación alternados. Si se detalla el promedio del porcentaje rechazo en el

2011 (0.02% de rechazo con una producción en promedio de 854 Ton por mes) se observa que las cifras actuales son preocupantes, significa entonces que los niveles de calidad en la empresa han venido menguando. De manera general se puede decir que las causas que originan este inconveniente son las siguientes:

- ✓ Escases de materia prima y la existente tenía un alto porcentaje de impureza.
- ✓ Incumplimiento de las prácticas operativas.
- ✓ Falta de estandarización.

Se propone como acción de mejora continuar con la procura de la materia prima que se ajuste a los mas rigurosos estándares de calidad, para lograr la disminución de los niveles de producción de chatarra (material para ser refundido) en el proceso de fundición.

6.5.3 PORCENTAJE DE PÉRDIDA POR FUSIÓN

En todo proceso de fusión hay un porcentaje de material que se pierde, esto ocurre por la generación de escoria en la fusión de aluminio, sin embargo se sabe que la cantidad de escoria esta influenciada, por el tipo de horno, los ajustes del quemador, el tipo de carga metálica al horno, las temperaturas de proceso y las propias condiciones del horno.

Esta escoria que no es otra cosa que óxidos en los componentes de la aleación, los cuales tienden a atrapar aluminio liquido y también, si no es retirada adecuadamente en los procesos anteriores al vaciado de las piezas, podría ser la causa de inclusiones no metálicas. La cantidad de esta escoria es un indicador de la cantidad de mermas que se tienen de la carga metálica.

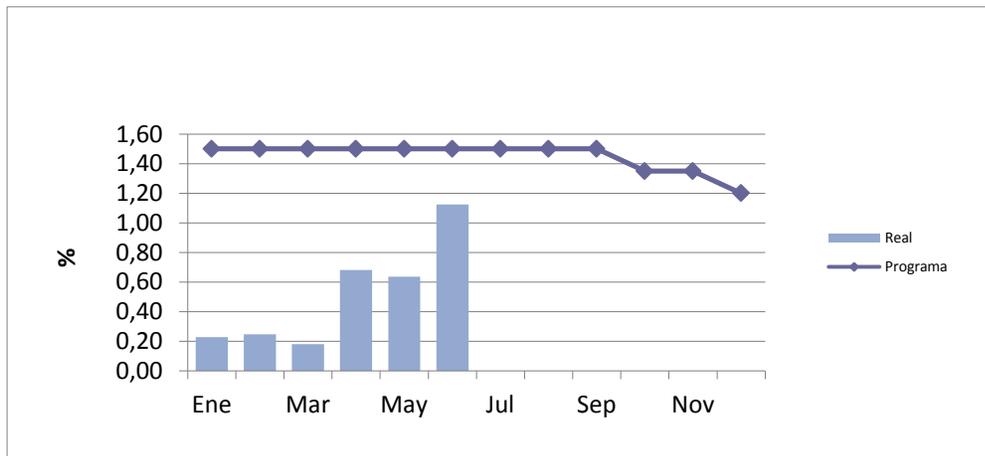
El porcentaje límite de pérdida por fusión al mes y el porcentaje real de material perdido por fusión hasta el mes de junio en la empresa CVG CABELUM se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17: Porcentaje de pérdida por fusión.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
Programa	%	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,45
Real	%	0,23	0,25	0,18	0,68	0,64	1,12	0,52

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Estos porcentajes son graficados para una mejor comprensión a continuación (Ver Gráfica 6):



Gráfica 6: Pérdida por fusión.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Observando el gráfico del porcentaje de pérdida por fusión en el período enero-julio de 2012 se puede notar que la menor pérdida de material ocurrió en el mes de marzo con 0.18%, luego en los meses abril, mayo y junio hubo un incremento significativo en la pérdida de material por fusión con valores de 0.68%, 0.64% y 1.12% respectivamente, esto se debe al alto grado de impureza del aluminio adquirido por la empresa en ese entonces y a las paradas frecuentes por escases de materia prima. A pesar de estos inconvenientes presentados el porcentaje de pérdida por fusión permaneció

por debajo del límite aceptación permitido en la empresa. La acción que se recomienda a la empresa es mantener los niveles de pérdida por debajo de 1.20 % del total producido, adquiriendo de manera continua materia prima de calidad, además se deben establecer planes de mantenimiento preventivo para garantizar el buen funcionamiento de los hornos.

6.5.4 PRODUCCIÓN Y RECHAZO DE ALEACIÓN 1350

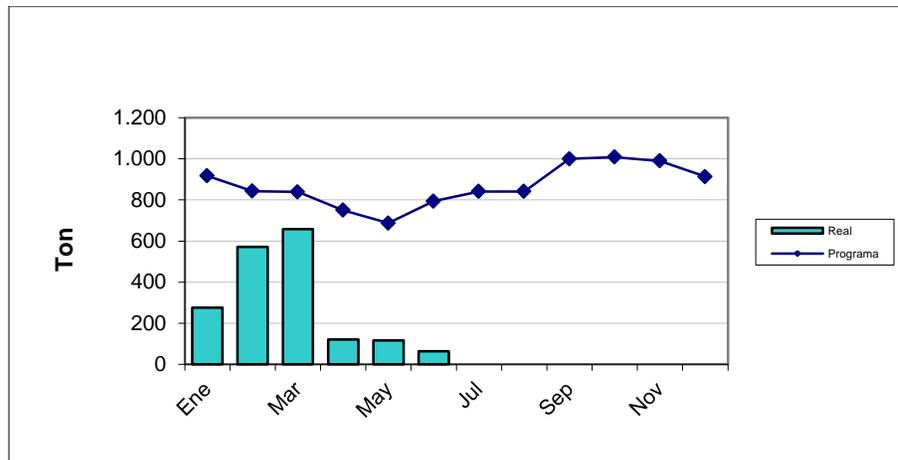
La aleación 1350 como se ha dicho es blanda debido al alto contenido de aluminio que posee, la producción de alambroón con esta aleación se muestra en la siguiente tabla (Ver Tabla 18).

Tabla 18: Producción de aleación 1350.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
Programa	t	917	843	839	750	687	794	10.424
Real	t	275	572	658	120	117	63	1.806
Variación	%	30,03	67,87	78,42	16,07	16,97	7,95	17,32

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Graficando se tiene que:



Gráfica 7: Producción de aleación 1350.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Observando la gráfica se puede decir que la producción más alta de alambra con esta aleación en el período enero-junio de 2012 ocurrió en el mes de marzo con 658 Ton, sin embargo aun permanece por debajo de la meta establecida en la empresa de 839 Ton. En los meses de mayo, junio y julio la producción cayó logrando tan solo el 8% de la meta establecida. Esto se debe a la falta de materia prima y a la falta de estandarización de los procesos.

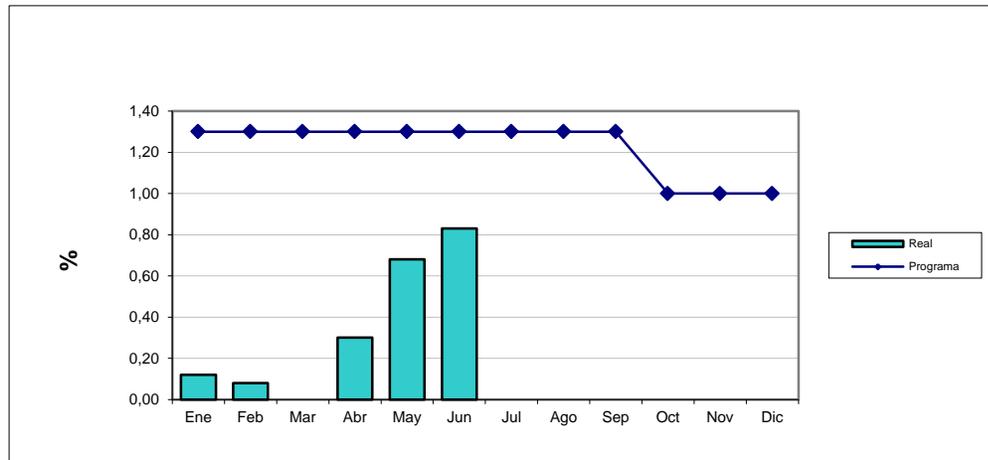
En cuanto al porcentaje de rechazo de la aleación 1350 se tiene que:

Tabla 19: Porcentaje de rechazo de la aleación 1350.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
Programa	%	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,25
Real	%	0,12	0,08	0,00	0,30	0,68	0,83	0,34

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Graficando se tiene:



Gráfica 8: Rechazo de aleación 1350.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Observando la gráfica anterior se puede decir que el porcentaje más alto de rechazo ocurrió en el mes de junio, siendo el mes que se produjo menos,

mientras que el mes de marzo cuando se produjo más alambión con aleación 1350 no hubo rechazo. Esto se debe a que en el mes de marzo se contó con una materia prima de excelente calidad, mientras que en el mes de junio hubo escases de aluminio y los pocos lingotes que llegaban a las instalaciones tenían alto grado de impureza. A pesar de eso los porcentajes de rechazo permanecen por debajo del límite establecido.

6.5.5 PRODUCCIÓN Y RECHAZO DE ALEACIÓN 6201

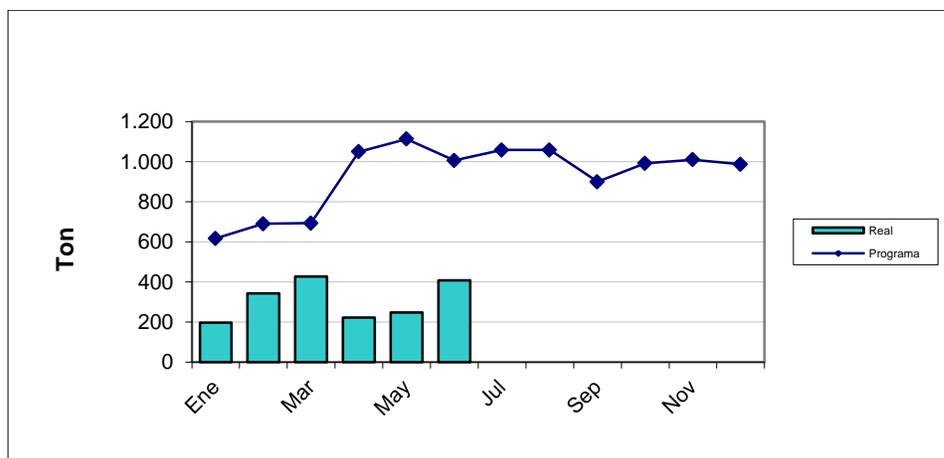
La aleación 6201 es la que más se utiliza en CVG CABELUM para la fabricación de conductores, la producción en toneladas en el período enero-junio de 2012 se presenta a continuación:

Tabla 20: Producción de aleación 6201.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
Programa	t	617	690	694	1.050	1.113	1.006	11.176
Real	t	197	343	427	222	249	409	1.847
Variación	%	31,94	49,67	61,54	21,15	22,34	40,65	16,52

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Graficando se tiene que:



Gráfica 9: Producción de aleación 6201.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

La producción más alta de aleación 6201 ocurrió en el mes de junio con 409 Ton alcanzando el 40.65% de la meta programada y la producción más baja en el mes de enero con 197 Ton, que representó el 31.94% de la meta propuesta. A manera general se puede decir que los niveles de producción se han mantenido muy por debajo de las metas establecidas por mes en la empresa, esto se debe principalmente a la falta de materia prima y a la falta de estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación.

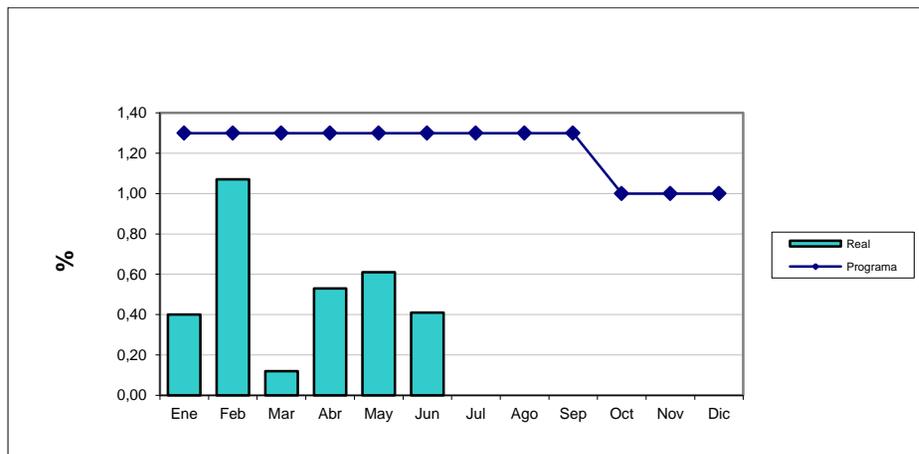
En cuanto al porcentaje de rechazo de la aleación 6201 se tiene que (Ver Tabla 21):

Tabla 21: Porcentaje de rechazo de aleación 6201.

Indicador	U	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Acum
Programa	%	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,25
Real	%	0,40	1,07	0,12	0,53	0,61	0,41	0,52

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

Graficando los datos anteriores, se tiene que (Ver Gráfica 10):



Gráfica 10: Rechazo de aleación 6201.

Fuente: Coordinación de Planificación y Control de Producción de CVG CABELUM

El porcentaje de rechazo más bajo ocurrió en el mes de marzo con 0.12% y el más alto ocurrió en el mes de febrero con 1.07%, debido a fallas en el OTT y a problemas presentados en la línea de laminación. A pesar de esos inconvenientes el porcentaje de rechazo no paso el límite establecido. Por lo tanto, estos niveles de rechazo deben permanecer en la empresa para la aleación 6201.

6.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y LAMINACIÓN

El estudio de tiempos es la técnica que se utiliza para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo estándar o el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación determinada. En la presente investigación se le realizó éste estudio a los procesos de fundición, colada y laminación desarrollados en la empresa CVG CABELUM para la obtención de alambón.

6.6.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Las actividades escogidas para la realización del estudio de tiempo, forman parte del proceso de fabricación continua de rollos de alambón de 2 toneladas, éstas son desarrolladas en el área de fundición de la empresa CVG CABELUM y se dividen debido a su naturaleza en tres categorías:

1. Las relacionadas con el proceso de fundición, en esta etapa se desarrollan las actividades de calentado de hornos, carga de materia prima al horno fusor, fusión, transferencia a horno basculante y preparado de aleación en horno basculante.

2. Las relacionadas con los procesos de colada y laminación (se unieron dos categorías en esta parte debido a que estos procesos están estrechamente relacionados, es decir, uno depende del otro y por lo tanto no se pueden separar para los efectos de la toma de tiempos). Las actividades que se estudiaron en estas etapas son: fabricado de alambón, bajado de rollo y empaçado.

Vale acotar que para la lectura de los tiempos se utilizó el método de regreso cero, pues en estos procesos predominan los elementos o las actividades con tiempos prolongados. A continuación se identificarán los elementos para la toma de tiempos de cada actividad mencionada.

FUNDICIÓN

- ✓ Calentado de hornos. Actividad realizada por el hornero y consiste en colocar el horno a la temperatura adecuada antes de introducirle la materia prima o las aleaciones. La toma de tiempos para esta actividad se inicia cuando el operador presiona el botón de encendido del horno comenzando la ignición y finaliza cuando el operador observa en el panel de control del horno que se ha alcanzado la temperatura requerida. Vale acotar que como se trata de un proceso continuo los hornos tanto el fusor como el basculante siempre permanecen a altas temperaturas aun no cuando se encuentren cargados con material, lo que se realiza la mayoría de las veces cuando van a ser cargados es aumentarle la temperatura.
- ✓ Carga de materia prima al horno fusor. Esta actividad la realiza el operador del montacarga y consiste en tomar la materia prima del almacén (lingotes, pailas, chatarra de aluminio o material reciclado en planta) con la ayuda del montacargas e introducirla al horno fusor precalentado. La toma de tiempos para esta actividad comienza cuando el operador de montacargas toma el primer material a cargar con las uñas

del montacargas y termina cuando el operador del horno cierra la puerta del mismo. Cabe resaltar que el horno fusor tiene una capacidad de 50 toneladas, pero en el presente estudio se tomaron la muestra de los tiempos cuando era cargado con 32 toneladas de aluminio. También es importante acotar que debido a que el horno fusor se carga con diferente materia prima, se obtuvieron tiempos diferentes según el material cargado.

- ✓ Fusión. Es el proceso que consiste en llevar el aluminio primario del estado sólido al estado líquido, se lleva a cabo en el horno fusor. Para efectos del presente estudio la toma de tiempos comienza cuando el operador del horno cierra la puerta del horno y termina cuando se comienza a transferir aluminio líquido a los hornos basculantes.
- ✓ Transferencia a horno basculante, es el proceso mediante el cual el aluminio líquido es vertido del horno fusor a los hornos basculantes precalentados, los cuales tienen una capacidad de 16 toneladas cada uno. Para el presente estudio se tomó el tiempo que tarda en ser llenado un horno basculante, la toma del tiempo comienza cuando se inicia la transferencia de material en estado líquido al horno basculante y culmina cuando se ha llenado el horno y se cierra el flujo de material.
- ✓ Preparado de aleación en horno basculante. Proceso que consiste en la adición de aleantes (boro, magnesio, silicio y tior), agitado y toma de muestras a altas temperaturas para la obtención de una aleación determinada. Actualmente en CVG CABELUM se preparan solo dos tipos de aleaciones, la 6201 y la 1350. Vale acotar que en esta etapa se introduce en los hornos los restos de alambres y alambroñ desechados en el proceso para ser refundidos. La toma de tiempos inicia cuando se ha llenado el horno basculante y se cierra el flujo de material proveniente

del horno fusor, culmina cuando el operador inclina el horno basculante y comienza a fluir la aleación por el canal de colada.

COLADA Y LAMINACIÓN

Estas etapas abarcan desde el vertido de la aleación de los hornos basculantes al canal de colada hasta el empacado de los rollos de alambón. A los efectos de la presente investigación se realizó un estudio de tiempo para cada tipo de aleación, para ello se tomaron los tiempos de producción de alambón con aleación 6201 y con aleación 1350. Además se cronometró el tiempo que tarda un horno basculante en ser vaciado, estos y estudiaran aparte.

- ✓ Fabricado de alambón. En esta etapa se moldea el material proveniente del horno basculante, se solidifica, moldea hasta convertirlo en alambón de 9.5 mm de diámetro, enfría y enrolla por el O.T.T ó deposita en las cestas. Para los efectos de la presente investigación se cronometró el tiempo que tarda en ser enrolladas 2 Ton de alambón, tanto de aleación 1350 como de 6201, por el O.T.T. La toma de tiempo inicia cuando la línea de alambón comienza a ser enrollada en el O.T.T y culmina cuando la cizalla corta el flujo de alambón.

- ✓ Bajado de rollo de alambón y pesado. Proceso que consiste en amarrar el alambón enrollado por el O.T.T, bajarlo con la ayuda de la grúa de techo y pesarlo. Para los efectos del estudio de tiempos esta etapa se dividió en dos elementos:

Elemento 1. Bajado de rollo, la toma de tiempos inicia cuando la cizalla corta el flujo de alambón y culmina cuando el alambón es llevado a pesar.

Elemento 2. Pesado. La toma de tiempos inicia cuando el alambón es colocado en la balanza y culmina cuando el operador lleva a reenrollar.

- ✓ Empacado. Proceso desarrollado en la empresa para mejorar la presentación del alambión producido. Es importante acotar que el alambión se procede a empacar solo cuando se va a vender, según las especificaciones del cliente. El alambión que continua en los procesos de la empresa no se empaca. Para realizar el estudio de tiempos de esta etapa, la misma se dividió en los siguientes elementos:

Elemento 1. Embalado. Actividad que consiste en forrar el rollo de alambión con un plástico negro para protegerlo de las condiciones del medio ambiente. La toma de tiempos inicia cuando el alambión es colocado en el área de embalaje y culmina cuando el operario forra completamente el rollo.

Elemento 2. Designado. En esta parte se le coloca la ficha con las especificaciones del rollo (tipo de aleación, peso, etc.). La toma de tiempos inicia cuando el operador forra el rollo y finaliza cuando el rollo es colocado en el almacén de rollos para la venta.

Con respecto al tiempo de vaciado de los hornos basculantes que se estudió aparte, se procedió a tomar los tiempos de vaciado tanto para la aleación 1350 como para la 6201. La lectura de los tiempos de esta actividad inicia cuando el horno es inclinado y se comienza a verter el fluido al canal de colada, finaliza cuando se ha vaciado completamente el horno.

6.6.2 REGISTRO DE LECTURAS

Para efectuar el registro de tiempo que tarda ejecutar las actividades del proceso productivo de fundición, colada y laminación, fue necesario tomar 10 muestras para cada operación (ver procedimiento estadístico para tamaño de la muestra Resultado 6.6.3), utilizando el método de cronometraje de observación vuelta a cero, tomando como muestra los operadores de montacargas, los operadores de fundición, los operadores de horno y los

operadores de embalaje, según sea la operación a estudiar. Para todas las operaciones se tomaron tiempos de diferentes operadores, debido al turno rotativo de trabajo que existe en la empresa, con el fin de obtener el tiempo estándar.

Una vez cronometradas las operaciones, fueron plasmados todos los resultados en minutos y estos se muestran en las siguientes tablas (Ver Tablas 22 a 6.12):

6.6.2.1 CALENTADO DE HORNOS

Tabla 22: Tiempos de calentado de hornos.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calentado de hornos (min)	60	58	64	70	60	60	80	60	58	68

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.2 CARGA DE MATERIA PRIMA AL HORNO FUSOR

Tabla 23: Tiempos de carga de materia prima al horno fusor.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carga de materia prima al HF (min)	40	30	45	45	50	50	45	40	40	45

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.3 FUSIÓN

Tabla 24: Tiempos de fusión.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fusión (min)	210	220	200	212	205	210	215	213	200	207

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.4 TRANSFERENCIA A HORNO BASCULANTE

Tabla 25: Tiempos de transferencia a horno basculante.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transferencia a HB (min)	20	25	30	32	25	21	25	30	28	37

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.5 PREPARACIÓN DE ALEACIÓN

Con aleación 6201:

Tabla 26: Tiempos de preparación de aleación 6201.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preparación de aleación (min)	60	55	55	61	50	60	58	62	50	60

Fuente: Elaboración propia

Con aleación 1350:

Tabla 27: Tiempos de preparación de aleación 1350.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preparación de aleación (min)	20	25	28	20	19	17	20	21	20	18

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.6 FABRICACIÓN DE ALAMBRÓN

Con aleación 6201:

Tabla 28: Tiempos de fabricación de alambón 6201.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fabricación de alambón (min)	40	37	40	38	42	42	41	43	45	45

Fuente: Elaboración propia

Con aleación 1350:

Tabla 29: Tiempos de fabricación de alambón 1350.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fabricación de alambón (min)	30	28	29	28	30	30	29	30	31	32

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.7 BAJADO DE ROLLO

Tabla 30: Tiempos de bajado de rollo.

ELEMENTOS	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bajado de rollo (min)	5	6	5	7	7	5	8	5	4	6
Pesado (min)	2	2	3	2	1	2	2	3	3	4

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.8 EMPACADO

Tabla 31: Tiempos de empacado.

ELEMENTOS	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Embalado (min)	6	7	6	6	6	9	7	5	6	7
Designado (min)	4	5	5	6	5	6	6	5	5	7

Fuente: Elaboración propia

6.6.2.9 TIEMPOS DE VACIADO DE HORNO BASCULANTE

Para aleación 6201:

Tabla 32: Tiempos de vaciado de horno basculante con 6201.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vaciado de HB con 6201 (min)	300	297	290	310	290	300	290	300	285	302

Fuente: Elaboración propia

Para aleación 1350:

Tabla 33: Tiempos de vaciado de horno basculante con 1350.

ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos) 4:30									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vaciado de HB con 1350 (min)	240	250	242	240	241	270	250	241	237	240

Fuente: Elaboración propia

6.6.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para demostrar que el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempos de cada actividad del proceso productivo de aleaciones, se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

1. Cálculo del tiempo promedio y la desviación estándar:

Para el cálculo del tiempo promedio se sumaron los datos de cada ciclo tomado y se dividió entre el número de la muestra. Se calculó la desviación estándar de los datos obtenidos. Para cada operación se tomaron diez ciclos de cada elemento.

$$T.P.S = X$$

2. Definición del coeficiente de confianza (c):

El coeficiente de confianza seleccionado para el estudio de todas las operaciones del proceso productivo de alambón corresponde al 95%.

$$c = 95\% \rightarrow 0.95$$

3. Determinación de la distribución “t” Student:

Para fijar la probabilidad “t” Student se procede a calcular el nivel de significación (α) y los grados de libertad (ν), de la muestra de 10 observaciones que se llevaron a cabo para esta actividad.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c$$

$$\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$$

$$v = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

Una vez obtenidos α y v , se ubican los valores en la tabla de distribución “t” Student y se determinó que la probabilidad corresponde a: (Ver Anexo 1. Tabla de “t” student).

$$t(\alpha, v) = t(0.05; 9) = 1.833$$

4. *Cálculo del intervalo de confianza (I):*

$$I = \frac{Tc \times S}{\sqrt{n}}$$

5. *Cálculo del intervalo de la muestra (Im):*

$$Im = \frac{2 \times Tc \times S}{\sqrt{n}}$$

Empleando el criterio de decisión:

$$\text{Si } \begin{cases} Im \leq I \rightarrow \text{Acepta} \\ Im > I \rightarrow \text{Rechaza } \therefore \text{Recalculo de } n \end{cases}$$

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos para comprobar que el tamaño de la muestra para cada operación es el correcto:

6.6.3.1 CALENTADO DE HORNOS

Para esta operación se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Tabla 34):

Tabla 34: Datos para tamaño de muestra de calentado de hornos.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
63,80	7,02	67,87	8,14

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.2 CARGA DE MATERIA PRIMA AL HORNO FUSOR

Los resultados arrojados son los siguientes (Ver Tabla 35):

Tabla 35: Datos para tamaño de muestra de carga de materia prima.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
43,00	5,87	46,40	6,80

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.3 FUSIÓN

Los resultados arrojados son los siguientes (Ver Tabla 36):

Tabla 36: Datos para tamaño de muestra de fusión.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
209,20	6,37	212,89	7,39

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.4 TRANSFERENCIA A HORNO BASCULANTE

Los resultados arrojados son los siguientes (Ver Tabla 37):

Tabla 37: Datos para tamaño de muestra de transferencia a horno basculante.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
27,30	5,17	30,29	5,99

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.5 PREPARACIÓN DE ALEACIÓN

Para aleación 6201 se tiene:

Tabla 38: Datos para tamaño de muestra de preparación de 6201.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
57,10	4,41	59,66	5,11

Fuente: Elaboración propia

Para aleación 1350 se tiene:

Tabla 39: Datos para tamaño de muestra de preparación de 1350.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
20,80	3,29	22,71	3,82

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se aceptan los tamaños de muestras.

6.6.3.6 FABRICADO DE ALAMBRÓN

Con aleación 6201:

Tabla 40: Datos para tamaño de muestra de fabricado de alambre 6201.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
41,30	2,67	42,85	3,09

Fuente: Elaboración propia

Con aleación 1350:

Tabla 41: Datos para tamaño de muestra de fabricado de alambre 1350.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
29,70	1,25	30,43	1,45

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se aceptan los tamaños de la muestra.

6.6.3.7 BAJADO DE ROLLO

Debido a que se dividió ésta operación en dos elementos, para el cálculo del promedio de la actividad en general se realiza con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} \text{ Operación} = \bar{X} \text{ bajado de rollo} + \bar{X} \text{ pesado}$$

Tabla 42: Datos para tamaño de muestra de bajado de rollo.

\bar{X} Bajado de Rollo	\bar{X} Pesado	\bar{X} Operación	Desv. Est (S)	I	Im
5,80	2,40	8,20	1,14	8,86	1,32

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.8 EMPACADO

Como se dividió ésta operación en dos elementos, para el cálculo del promedio de la actividad en general se realiza con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} \text{ Operación} = \bar{X} \text{ elemento}_1 + \bar{X} \text{ elemento}_2$$

Tabla 43: Datos para tamaño de muestra de empacado.

X_1	X_2	X operación	Desv. Est (S)	I	Im
6,5	5,4	11,9	1,66	12,86	1,93

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.3.9 VACIADO DE HORNO BASCULANTE

Para aleación 6201:

Tabla 44: Datos para tamaño de vaciado de HB con 6201.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
296,40	7,52	300,76	8,71

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

Para aleación 1350:

Tabla 45: Datos para tamaño de muestra de vaciado de HB con 1350.

Promedio (T.P.S)	Desv. Est (S)	I	Im
245,10	9,75	250,75	11,30

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio de decisión $Im \leq I$, se acepta el tamaño de la muestra.

6.6.4 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Para determinar el tiempo estándar que emplea un operario promedio para realizar cada actividad del proceso productivo estudiado, primero se procede a calcular el tiempo normal (tiempo empleado por el operador en realizar la operación sin retrasos a una velocidad estándar) mediante la fórmula y las tolerancias (tiempo empleado en retrasos, demoras, evitables e inevitables y por fatiga) existentes durante la actividad de producción que ejecuta el operario.

$$TE = TN + \sum \text{tolerancias}$$

En los cálculos siguientes, se necesitará conocer la Jornada Efectiva de Trabajo (JET), la cual es constante en todas las actividades desarrolladas en el área, para ello es significativo indicar que la jornada de trabajo del personal de fundición, colada y laminación de CVG CABELUM es de tres turnos de 8 hrs. continuas (7:00am a 3:00pm, 3:00pm a 11:00pm y de 11:00pm a 7:00am), cada una con solamente media hora (30 min.) de descanso para comida y/o necesidades personales. Para efectos de la presente investigación, no hay tiempo de preparación inicial y final, ya que es un proceso continuo.

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$\text{JET} = \text{JT} - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$\text{JET} = 480 \text{ min} - 30 \text{ min}$$

$$\text{JET} = 450 \text{ min}$$

Ya conocida la JET, a continuación se procede a calcular el tiempo estándar para cada actividad.

6.6.4.1 CALENTADO DE HORNOS

✓ *Cálculo del Tiempo Normal*

Para determinar el tiempo requerido por el hornero, cuando trabaja a una velocidad estándar sin ninguna demora dada por circunstancias inevitables, se lleva a cabo el siguiente cálculo: $\text{TN} = \text{TPS} \times \text{Cv}$ Para ello es necesario primero calcular el tiempo promedio seleccionado (T.P.S) y la calificación de la velocidad (Cv).

✓ *Tiempo promedio seleccionado (T.P.S)*

Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$\text{T.P.S} = 63.80 \text{ min.}$$

✓ *Calificación de la velocidad (Cv)*

Para su cálculo Cv se empleó el sistema Westinghouse (Ver Tabla 2), que permitió realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la manera de actuar del hornero al ejecutar la operación de calentado de hornos, ello se llevó a cabo bajo la observación directa, analizando cuatro principales factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

HABILIDAD: Para efecto de la operación de calentado de hornos, es regular, ya que el operador requiere de cierta habilidad para manejar el panel de control del horno y lograr que el mismo alcance la temperatura requerida.

ESFUERZO: El esfuerzo que ejerce el hornero para esta actividad es regular, porque no precisa de fuerza, ni de mucha atención mental y visual.

CONDICIONES: Se calificó como deficiente, pues en el área de trabajo existen factores como polvo, excesivo calor y ruido que afectan el desempeño del trabajador.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad no varía notablemente.

En resumen se tiene que:

Tabla 46: Calificación del hornero para calentado de hornos.

Categoría	Calidad	Distinción	Calificación
Habilidad	Regular	D	0.00
Esfuerzo	Regular	D	0.00
Condiciones	Deficientes	F	-0.07
Consistencia	Buena	C	+0.01
Total			-0.06

Fuente: Elaboración propia

Se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C \quad \therefore C = -0.06$$

$$C_v = 1 - 0.06 = 0.94$$

Obteniendo el tiempo normal:

$$TN = TPS \times C_v = 63.8 \times 0.94$$

$$TN = 59.97 \text{ min}$$

✓ *Cálculo de tolerancias*

La operación de calentado de hornos forma parte del proceso de fundición. La descripción de las condiciones de trabajo para éste proceso de fundición se mostró anteriormente (Ver resultado 6.1.1). Ahora bien, se pudo determinar durante la ejecución de la operación de calentado del horno fusor que: con respecto a las condiciones de trabajo; 1) presenta un ambiente de trabajo con una temperatura generalmente alta entre 40 - 45 °C, con circulación normal de aire; 2) con condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo; 3) se evidenció una humedad característica de ambiente seco dentro de un galpón, humedad relativa menor del 30%; 4) el nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa que generan ruidos de alto nivel; 5) en cuanto a la iluminación, se presencié luz sin resplandor e iluminación fluorescente, con resplandores ocasionales. Por otro lado, en cuanto a la repetitividad y esfuerzo aplicado se tiene que: 1) la duración del trabajo, puede completarse en una hora aproximadamente; 2) la repetición del ciclo para la operación es regular, una sola vez al día en el horno fusor; 3) no se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es realizada en el panel de control del horno; 4) se requiere de atención mental y visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es combinada, es decir, con intervalos tanto en posición de pie como sentado.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (Ver Tabla 47), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga (Ver Anexo 2).

Tabla 47: Concesiones por fatiga del hornero para efectuar el calentado de hornos.

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
CONDICIONES DE TRABAJO		
1) Temperatura	IV	40
2) Condiciones Ambientales	IV	30
3) Humedad	II	10
4) Nivel de Ruido	IV	30
5) Luz	I	5
REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO		
1) Duración del Trabajo	IV	80
2) Repetición del Ciclo	II	40
3) Esfuerzo Físico	I	20
4) Esfuerzo mental	I	10
Posición del Trabajo	II	20
TOTAL		285

Fuente: Elaboración propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga y teniendo en cuenta que la Jornada de trabajo en la empresa es de 8 horas, es decir, 480 min/día, se estableció por el método sistemático un total de 285 puntos, perteneciendo a la clase D5, situado en el rango (283 - 289), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 20% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 80 minutos.

CLASE = D5

RANGO= 283-289 %

CONCESIONES POR FATIGA =20%

FATIGA = 80 min.

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales y la fatiga, de la siguiente manera:

$$\text{JET} - (\text{Fatiga} + \text{NP}) \rightarrow \text{Fatiga} + \text{NP}$$

$$\text{TN} \rightarrow X$$

$$450 - (80 + 30) \rightarrow 80 + 30$$

$$59.97 \rightarrow X$$

$$\mathbf{X = 19.40 \text{ min}}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación calentado de horno de fusión es:

$$\text{TE} = \text{TN} + \sum \text{Tolerancias}$$

$$\text{TE} = 59.97 \text{ min} + 19.40 \text{ min}$$

$$\mathbf{\text{TE} = 79.37 \text{ min} = 1 \text{ hora y } 19 \text{ min aproximadamente.}}$$

6.6.4.2 CARGA DE MATERIA PRIMA

✓ *Cálculo del Tiempo Normal*

Para determinar el tiempo requerido por el operador de montacargas, cuando trabaja a una velocidad estándar sin ninguna demora dada por circunstancias inevitables, se lleva a cabo el siguiente cálculo: $\text{TN} = \text{TPS} \times \text{Cv}$ Para ello es necesario primero calcular el tiempo promedio seleccionado (T.P.S) y la calificación de la velocidad (Cv).

✓ *Tiempo promedio seleccionado (T.P.S).*

Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$\mathbf{\text{T.P.S} = 43,00 \text{ min}}$$

✓ *Calificación de la velocidad (Cv)*

Para su cálculo Cv se empleó el sistema Westinghouse (Ver Tabla 2), que permitió realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la manera de actuar del operario de montacargas al ejecutar la operación de carga, ello se

llevó a cabo, bajo la observación directa analizando cuatro principales factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

HABILIDAD: Para efecto de la operación de carga del horno, es excelente, ya que el operador requiere de cierta habilidad para manejar el montacargas y lograr que el material cargado quede organizado uniformemente dentro del horno.

ESFUERZO: El esfuerzo que ejerce el operador de montacargas es bueno, porque a pesar de que el operador no ejerce mucha fuerza, si precisa de mucha atención mental y visual.

CONDICIONES: Se calificó como deficiente, pues en el área de trabajo existen factores como polvo, excesivo calor y ruido que afectan el desempeño del trabajador.

CONSISTENCIA: Es excelente, ya que aunque la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad varía notablemente según el tipo de materia prima a cargar, cuando se carga la misma materia prima el tiempo no difiere significativamente.

A continuación se presenta a modo de resumen (Ver Tabla 48):

Tabla 48: Calificación del operador del montacargas para carga de MP.

Categoría	Calidad	Distinción	Calificación
Habilidad	Excelente	B1	+0.11
Esfuerzo	Bueno	C1	+0.05
Condiciones	Deficientes	F	-0.07
Consistencia	Excelente	B	+0.03
Total			0.12

Fuente: Elaboración propia

Como $C = 0.12$, se tiene que $C_v = 1 + 0.12 = 1.12$, por lo tanto el tiempo normal seria:

$$TN = TPS \times C_v = 43 \text{min} \times 1.12$$

$$TN = 48.16 \text{ min}$$

✓ *Cálculo de las Tolerancias*

Durante la ejecución de la operación de carga del horno fusor, se pudo constatar que con respecto al ambiente de trabajo se tiene: 1) una temperatura mayor a 40°C , con circulación normal de aire; 2) condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo; 3) humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, humedad relativa menor del 30%; 4) el nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa y porque al momento de acomodar dentro del horno el material con la pala para empuje de carga, se generan ruidos de alto nivel; 5) la iluminación es buena, se presenció luz sin resplandor e iluminación fluorescente, con resplandores ocasionales. Por otro lado, en cuanto a la repetitividad y esfuerzo aplicado se tiene que: 1) la duración del trabajo puede completarse en menos de una hora; 2) la repetición del ciclo para la operación es regular, una sola vez por turno; 3) No se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es realizada con ayuda del montacargas; 4) se requiere de atención mental y visual, concentración y de gran destreza para que la organización del material en el horno sea uniforme. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es sentado, con movimientos de brazos y piernas para el manejo del montacargas.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (Ver Tabla 49), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga (Ver Anexo 2).

Tabla 49: Concesiones por fatiga para efectuar la carga de MP.

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
CONDICIONES DE TRABAJO		
1) Temperatura	IV	40
2) Condiciones Ambientales	IV	30
3) Humedad	II	10
4) Nivel de Ruido	IV	30
5) Luz	I	5
REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO		
1) Duración del Trabajo	III	60
2) Repetición del Ciclo	II	40
3) Esfuerzo Físico	I	20
4) Esfuerzo mental	IV	50
Posición del Trabajo	I	10
TOTAL		295

Fuente: Elaboración propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga y teniendo en cuenta que la Jornada de trabajo en la empresa es de 8 horas, es decir, 480 min/día, se estableció por el método sistemático un total de 295 puntos, perteneciendo a la clase E1, situado en el rango (290-296), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 21% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 83 minutos.

CLASE = E1

RANGO= 290-296 %

CONCESIONES POR FATIGA =21%

FATIGA = 83 min.

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales y la fatiga, de la siguiente manera:

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

$$450 - (83 + 30) \rightarrow 83 + 30$$

$$48.16 \rightarrow X$$

$$X = 16.15 \text{ min}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación calentado de horno de fusión es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias}$$

$$TE = 48.16 \text{ min} + 16.15 \text{ min}$$

$$TE = 64.31 \text{ min} = 1 \text{ hora y } 4 \text{ min aproximadamente.}$$

6.6.4.3 FUSIÓN

Debido a que el tiempo de esta operación está dado por la cantidad de calor que proporcionan los quemadores marca Eclipse del horno de fusión, sin necesidad de actividades realizadas por el operador de hornos, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar esta dado por:

$$TE = TN ; \text{ donde}$$

$$TN = TPS \times Cv; \text{ siendo } Cv = 1$$

$$\text{Entonces } TE = TPS$$

$$TE = 209.2 \text{ min} = 3.48 \text{ horas.}$$

6.6.4.4 TRANSFERENCIA A HORNO BASCULANTE

Debido a que el tiempo de esta operación depende del funcionamiento del sistema hidráulico para el levantamiento de las compuestas que permiten el flujo de aluminio líquido al horno basculante, sin necesidad de la intervención

directa del operario, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar esta dada por:

$$\begin{aligned} TE &= TN ; \text{ donde} \\ TN &= TPSx Cv; \text{ siendo } Cv = 1 \\ \text{Entonces } TE &= TPS \\ \mathbf{TE} &= \mathbf{27.30 \text{ min}} \end{aligned}$$

6.6.4.5 PREPARACIÓN DE ALEACIÓN

Debido a que el tiempo de esta operación depende principalmente del funcionamiento del horno basculante, sin necesidad de la intervención directa del operario, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar esta dada por:

$$\begin{aligned} TE &= TN ; \text{ donde} \\ TN &= TPSx Cv; \text{ siendo } Cv = 1 \\ \text{Entonces } TE &= TPS \end{aligned}$$

Teniéndose entonces que el tiempo estándar para la preparación de la aleación 6201 es:

$$\mathbf{TE= 57.10 \text{ min}}$$

Para la preparación de aleación 1350 es:

$$\mathbf{TE= 20.80 \text{ min}}$$

6.6.4.6 FABRICADO DE ALAMBRÓN

El tiempo para la fabricación de alambón no depende de los operarios del área de colada y laminación sino de la velocidad que se le imprima a la rueda de colada y al enrollador OTT, por lo tanto, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar viene dada por:

$$\begin{aligned} TE &= TN ; \text{ donde} \\ TN &= TPSx Cv; \text{ siendo } Cv = 1 \\ \text{Entonces } TE &= TPS \end{aligned}$$

Teniéndose entonces que el tiempo estándar para aleación 6201 es

$$\text{TE} = 41.30 \text{ min}$$

Con aleación 1350:

$$\text{TE} = 29.70 \text{ min}$$

6.6.4.7 BAJADO DE ROLLO

✓ *Cálculo del Tiempo Normal*

Para determinar el tiempo requerido por el operador del OTT y su ayudante para descargar el rollo de alambón y llevarlo a pesar, cuando trabaja a una velocidad estándar sin ninguna demora dada por circunstancias inevitables, se lleva a cabo el siguiente cálculo:

$$\text{TN: TPS} \times \text{Cv}$$

Para ello es necesario primero calcular el tiempo promedio seleccionado (T.P.S) y la calificación de la velocidad (Cv).

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S)

Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$\text{T.P.S} = 8,20 \text{ min}$$

✓ *Calificación de la velocidad (Cv)*

HABILIDAD: Para efecto de la operación de bajado de rollo de alambón, es buena, ya que los operadores requieren de cierta habilidad para sacar el rollo de alambón del OTT con la ayuda de la grúa de techo y llevarlo a pesar.

ESFUERZO: El esfuerzo que ejercen los operadores es excelente, ya que a pesar de que no se requiera mucha fuerza para su levantamiento se requiere

gran esfuerzo debido a la repetitividad de la carga y por la postura adquirida por los trabajadores para la realización de esta operación.

CONDICIONES: Se calificó como aceptables, pues en el trabajo se realiza en el área de laminación, sin luz solar, a temperatura ambiente, con emanaciones moderadas de humo y polvo.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad no es tan alta.

A modo de resumen (Ver Tabla 50):

Tabla 50: Calificación para bajado de rollos de alambón.

Categoría	Calidad	Distinción	Calificación
Habilidad	Buena	C1	+0.06
Esfuerzo	Excelente	B2	+0.08
Condiciones	Aceptables	E	-0.03
Consistencia	Buena	C	+0.01
Total			0.12

Fuente: Elaboración propia

Como $C = 0.12$, se tiene que $C_v = 1 + 0.12 = 1.12$, por lo tanto el tiempo normal sería:

$$TN = TPS \times C_v = 8.20 \text{ min} \times 1.12$$

$$TN = 9.18 \text{ min}$$

✓ *Cálculo de tolerancias*

Durante la ejecución de la operación de bajado de rollo, se pudo constatar que con respecto al ambiente de trabajo se tiene: 1) una temperatura mayor a 30 °C, con circulación normal de aire; 2) condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo; 3) humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, humedad relativa menor del 30%; 4) el nivel de ruido es de características molestas, de forma constante, por las operaciones de laminación que se llevan a cabo en esta área; 5) la iluminación es buena, se presenció luz sin resplandor e iluminación fluorescente, con resplandores ocasionales. Por otro lado, en cuanto a la repetitividad y esfuerzo aplicado se tiene que: 1) la duración del trabajo puede completarse en menos de 15 min; 2) la repetición del ciclo para la operación es regular, dos o tres veces por turno; 3) No se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es realizada con ayuda de la grúa de techo; 4) la atención mental y visual es aplicada de manera frecuente, sobretodo en la parte de pesado. Por último la posición de trabajo obligan a los operadores a agacharse o empinarse para bajar el rollo y amarlo.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (Ver Tabla 51), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga (Ver Anexo 2).

Tabla 51: Concesiones por fatiga para efectuar el bajado de rollo.

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
CONDICIONES DE TRABAJO		
1) Temperatura	III	15
2) Condiciones Ambientales	IV	30
3) Humedad	II	10
4) Nivel de Ruido	II	10
5) Luz	I	5

REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO		
1) Duración del Trabajo	II	40
2) Repetición del Ciclo	II	40
3) Esfuerzo Físico	I	20
4) Esfuerzo mental	II	20
Posición del Trabajo	III	30
	TOTAL	220

Fuente: Elaboración propia

CLASE = C1

RANGO= 220-226 %

CONCESIONES POR FATIGA =11%

FATIGA = 48 min.

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales y la fatiga, de la siguiente manera:

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

$$450 - (48 + 30) \rightarrow 48 + 30$$

$$9.18 \rightarrow X$$

$$\mathbf{X = 1.92 \text{ min}}$$

Finalmente el tiempo standard de la operación de bajado de rollos de alambón es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias}$$

$$TE = 9.18 \text{ min} + 1.92 \text{ min}$$

$$\mathbf{TE = 11.1 \text{ min}}$$

6.6.4.8 EMPACADO

✓ *Cálculo del Tiempo Normal*

Para determinar el tiempo requerido por los operadores para empacar, cuando trabaja a una velocidad estándar sin ninguna demora dada por circunstancias inevitables, se lleva a cabo el siguiente cálculo:

$$TN: TPS \times Cv$$

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S)

Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$T.P.S = 8.20 \text{ min}$$

✓ *Calificación de la velocidad (Cv)*

HABILIDAD: Para los efectos de las operaciones de empacado de alambón, es excelente, ya que los operadores requieren de cierta habilidad para envolver el rollo de alambón según las exigencias del cliente.

ESFUERZO: El esfuerzo que ejercen los operadores es excelente, ya que a pesar de que no se requiera mucha fuerza para su levantamiento se requiere gran esfuerzo debido a la repetitividad de la carga y por la postura adquirida por los trabajadores para la realización de esta operación.

CONDICIONES: Se calificó como aceptables, pues en el trabajo se realiza en el área de laminación, sin luz solar, a temperatura ambiente, con emanaciones moderadas de humo y polvo.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad no es tan alta.

A modo de resumen (Ver Tabla 52):

Tabla 52: Calificación para empaçado.

Categoría	Calidad	Distinción	Calificación
Habilidad	Excelente	B2	+0.08
Esfuerzo	Excelente	B2	+0.08
Condiciones	Aceptables	E	-0.03
Consistencia	Buena	C	+0.01
Total			0.14

Fuente: Elaboración propia

Como $C = 0.14$, se tiene que $C_v = 1 + 0.14 = 1.14$, por lo tanto el tiempo normal sería:

$$TN = TPS \times C_v = 8.20 \text{ min} \times 1.14$$

$$TN = 9.35 \text{ min}$$

✓ *Cálculo de tolerancias*

Durante la ejecución de la operación de bajado de rollo, se pudo constatar que con respecto al ambiente de trabajo se tiene: 1) una temperatura mayor a 30 °C, con circulación normal de aire; 2) condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo; 3) humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, humedad relativa menor del 30%; 4) el nivel de ruido es de características molestas, de forma constante, por las operaciones de laminación que se llevan a cabo en esta área; 5) la iluminación es buena, se presenció luz sin resplandor e iluminación fluorescente, con resplandores ocasionales. Por otro lado, en cuanto a la repetitividad y esfuerzo aplicado se tiene que: 1) la duración del trabajo puede completarse en menos de 60 min; 2) la repetición del ciclo para la operación es regular, cuatro o cinco veces

por turno; 3) No se necesita de gran esfuerzo físico, ya que la principal actividad es realizada con ayuda de la reenrolladora; 4) la atención mental y visual es aplicada de manera continua. Por último la posición de trabajo obligan a los operadores a agacharse o empinarse para empacar el rollo.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (Ver Tabla 53), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga (Ver Anexo 2).

Tabla 53: Concesiones por fatiga para efectuar el embalado de rollos.

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
CONDICIONES DE TRABAJO		
1) Temperatura	III	15
2) Condiciones Ambientales	IV	30
3) Humedad	II	10
4) Nivel de Ruido	II	10
5) Luz	I	5
REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO		
1) Duración del Trabajo	III	60
2) Repetición del Ciclo	II	40
3) Esfuerzo Físico	I	20
4) Esfuerzo mental	III	30
Posición del Trabajo	III	30
TOTAL		250

Fuente: Elaboración propia

CLASE = C5

RANGO= 246-254

CONCESIONES POR FATIGA =15%

FATIGA = 63 min.

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales y la fatiga, de la siguiente manera:

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

$$450 - (63 + 30) \rightarrow 63 + 30$$

$$9.35 \rightarrow X$$

$$X = 2.43 \text{ min}$$

Finalmente el tiempo standard de la operación de empaclado es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias}$$

$$TE = 9.35 \text{ min} + 2.43 \text{ min}$$

$$TE = 11.78 \text{ min}$$

6.6.4.9 VACIADO DE HORNO BASCULANTE

El tiempo para el vaciado del horno basculante no depende de los operarios del área de colada, sino de la velocidad que se le imprima a la rueda de colada y al enrollador OTT, por lo tanto, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar viene dada por:

$$TE = TN ; \text{ donde}$$

$$TN = TPS \times Cv; \text{ siendo } Cv = 1$$

$$\text{Entonces } TE = TPS$$

Teniéndose entonces que el tiempo estándar para vaciar el horno basculante con aleación 6201 es:

$$TE = 296.40 \text{ min} = 4 \text{ horas y } 56 \text{ minutos aprox.}$$

Con aleación 1350:

TE= 245.10 min= 4 horas y 5 minutos aprox.

6.6.5 CÁLCULO DEL TIEMPO TOTAL DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA LA OBTENCIÓN DE ROLLOS DE ALAMBRÓN

A continuación se muestran los tiempos obtenidos para llevar a cabo cada una de las actividades de los procesos de fundición, colada y laminación en la empresa CVG CABELUM, estos tiempos se sumarán para la obtención del tiempo estándar general (Ver Tablas 54-58).

6.6.5.1 PARA OBTENCIÓN DE ALAMBRÓN CON ALEACIÓN 6201

Seguidamente se muestran los tiempos asociados a las actividades de fabricación de alambre con aleación 6201, abarcando desde el calentado del horno fusor hasta el empacado del rollo de alambre fabricado para la venta (Ver Tabla 54)

Tabla 54: Tiempos estándares para la fabricación de alambre 6201 desde su arranque.

OPERACIÓN	TE (MIN)
Calentado de horno fusor	79,37
Carga de materia prima al horno fusor	64,31
Fusión	209,20
Transferencia a horno basculante	27,30
Preparación de aleación	57,10
Fabricación de rollo de alambre	41,30
Bajado de rollo	11,10
Empacado	11,78
TOTAL	501,46 = 8 horas con 21 minutos aprox.

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior se puede notar que el tiempo total para la producción del rollo de alambre 6201 cuando se ha parado la producción es de 8 horas con 21 minutos. Detallando un poco se puede decir que el tiempo aceptado para preparar el horno fusor es de 79.37 min (1 hora y 19 minutos aproximadamente). Vale resaltar que esta actividad solo se realiza cuando se ha parado la producción en la empresa y se requiere poner en marcha nuevamente, en decir, en producción continua el proceso comienza cargando directamente la materia prima al horno fusor, pues en ese caso el horno ya se encuentra preparado.

También se puede observar que el tiempo estándar para la preparación de la aleación en el horno basculante es de 57.1 min. Es importante decir que en el proceso continuo de producción este tiempo no se toma en cuenta, pues como existen dos hornos basculantes, mientras uno es vaciado en el otro se va preparando la aleación requerida.

Ahora bien, en la empresa CVG CABELUM la mayor parte del alambre producido no es para la venta, sino que es utilizado en la misma planta para la fabricación de conductores de aluminio desnudos, en este caso, los rollos de alambre no requieren ser empacados. De manera que para un proceso continuo solo se toma en cuenta el tiempo de fabricación de rollo alambre que son 41,30 minutos.

6.6.5.2 PARA OBTENCIÓN DE ALAMBÓN CON ALEACIÓN 1350

Los tiempos asociados a las actividades de fabricación de alambre con aleación 1350, abarcando desde el calentado del horno fusor hasta el empacado del rollo de alambre fabricado para la venta se muestran a continuación (Ver Tabla 55).

Tabla 55: Tiempos estándares para la fabricación de alambre 1350 desde su arranque.

OPERACIÓN	TE
Calentado de horno fusor	79,37
Carga de materia prima al horno fusor	64,31
Fusión	209,2
Transferencia a horno basculante	27,30
Preparación de aleación	20,80
Fabricación de alambre	29,70
Bajado de rollo	11.10
Empacado	11,78
TOTAL	442,46 = 7 horas aprox.

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla anterior se puede notar que el tiempo total para la producción del rollo de alambre 1350 cuando se ha parado la producción es de 7 horas aproximadamente. Los tiempos difieren con la producción de la aleación 6201 en las actividades de preparación de aleación (20.8 min) y fabricación de alambre (29.7 min), pues como se ha dicho esta aleación consta principalmente de aluminio y es mas blanda que la aleación 6201, por lo tanto la velocidad de la rueda de colada es mayor, produciendo rollos en menor tiempo.

6.6.5.3 PARA VACIADO DE HORNO BASCULANTE

Con aleación 6201:

Tabla 56: Tiempo estándar para el vaciado del HB con aleación 6201.

OPERACIÓN	TE
Vaciado de HB	296,40

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior el tiempo estándar de vaciado del horno basculante con aleación 6201 es de 296.4 minutos lo que equivale

a 5 horas aproximadamente. Vale acotar que en este tiempo de vaciado se deben fabricar, estableciendo las posibles fatigas y fallas en el proceso, un promedio 7 rollos de alambón.

Con aleación 1350:

Tabla 57: Tiempo estándar para el vaciado del HB con aleación 1350.

OPERACIÓN	TE
Vaciado de HB	245,10

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 57, el tiempo estándar para el vaciado del horno basculante con aleación 1350 es de 245.1 minutos, lo que equivale a 4 horas aproximadamente. En este tiempo se deben fabricar en promedio, aceptando las posibles fallas que se puedan presentar el proceso, 8 rollos de alambón.

6.7 EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FUNDICIÓN, COLADA Y LAMINACIÓN PARA LA EMPRESA.

En la empresa CVG CABELUM, se necesita aprovechar al máximo y en todo tiempo los equipos, maquinarias e instalaciones con las que cuenta, es decir, se debe utilizar en la medida de lo posible los recursos presentes en compañía para alcanzar los niveles de producción deseados, eliminando las demoras, paradas y retrabajos que influyen negativamente en el desarrollo de los procesos y en la eficacia de los mismos. Uno de los pilares fundamentales para llevar el control de las actividades puestas en práctica en la compañía es la estandarización de los procesos por medio del estudio de tiempos, esto se ha procurado determinar en la presente investigación alcanzando los resultados ya mostrados (Ver resultado 6.6).

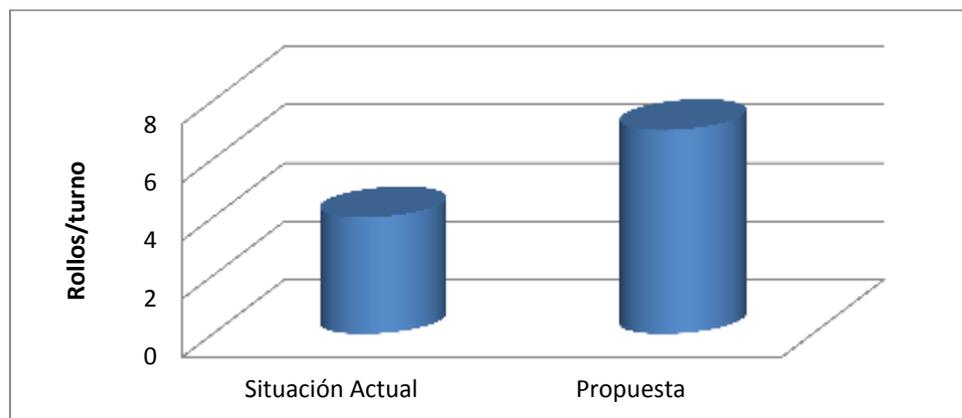
Ahora bien, para evaluar el impacto que tendrá para la empresa la estandarización completa de los procesos de fabricación del alambón con aleación 6201, ya que es la que más se produce, se muestra a continuación un cuadro comparativo de la producción e ingresos actuales por concepto de ventas contrastado con la producción e ingresos que se alcanzarían poniendo en práctica la estandarización propuesta (Ver Tabla 58).

Tabla 58: Impacto de la estandarización de los procesos para CVG CABELUM.

CATEGORIA (ALEACIÓN 6201)	SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA PROCESO ESTANDARIZADO
Producción de alambón	4 rollos/turno 8 toneladas/turno 720 toneladas/mes	7 rollos/turno 14 toneladas/turno 1260 toneladas/mes
Tiempo de fabricado de rolo	45 min	41 min
Ingreso por concepto de ventas	1.946.160 US \$/mes	3.405.780 US \$/mes

Fuente: Elaboración propia

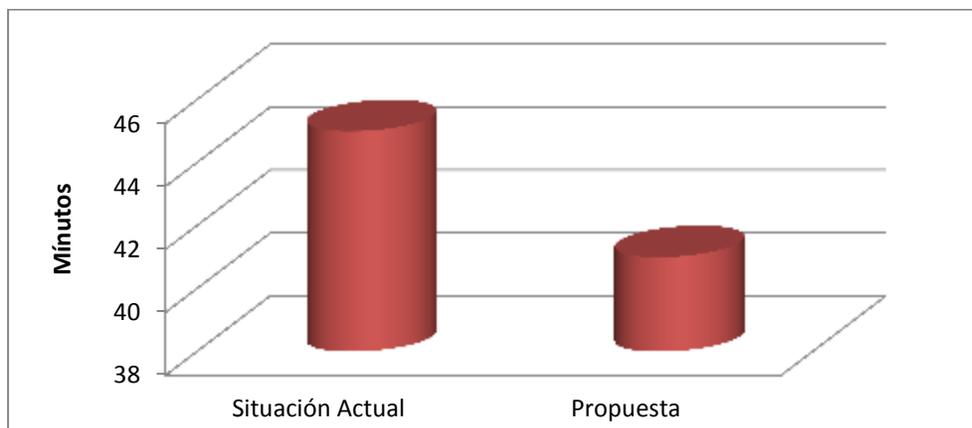
Los datos presentados anteriormente se pueden apreciar de manera gráfica a continuación (Ver Gráficas 11 al 13):



Gráfica 11: Producción de rollos por turno.

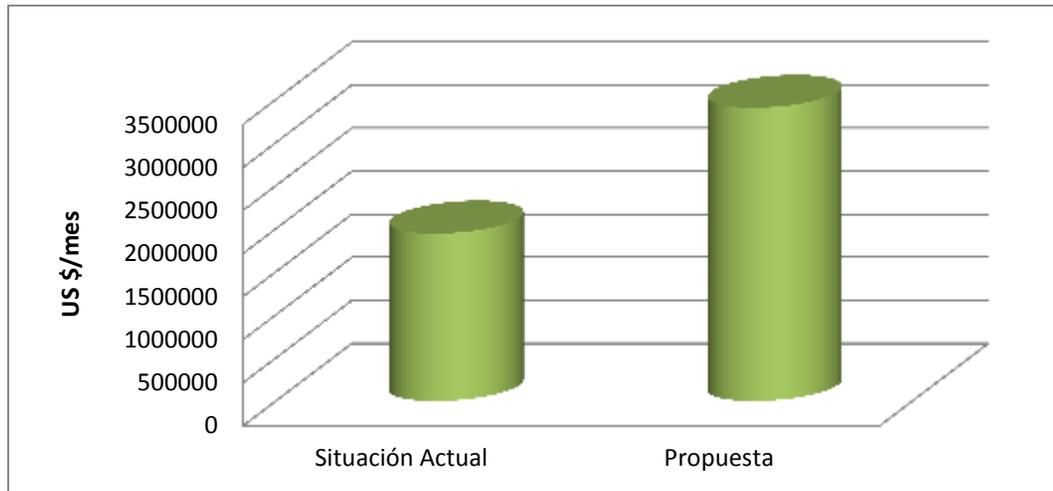
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el establecimiento de la estandarización propuesta para la empresa CVG CABELUM significaría un aumento en un 75% de la producción de alambón con aleación 6201, es decir, se incrementaría la producción de 4 a 7 rollos por turno. Esto debido a que con la estandarización se cumplen las practicas operativas, se controlan los procesos de fundición, colada y laminación, y se establecen estándares de tiempo para desarrollar cada actividad.



Gráfica 12: Fabricación de rollos por minutos.
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 12 se comparan los tiempos de fabricación del rollo de alambón por minutos, como se puede observar en el mismo, el establecimiento de la estandarización propuesta reduciría el tiempo de fabricación del rollo en un 9% aproximadamente, esto significaría una reducción de 4 minutos por rollo y representaría para la empresa mayor eficiencia y productividad.



Gráfica 13: Ingreso por ventas de alambón.
Fuente: Elaboración propia.

Observando la gráfica anterior del ingreso por ventas de alambón, se puede decir que la estandarización de los procesos de fundición, colada y laminación significaría para la empresa CVG CABELUM un aumento del 75% del ingreso por ventas, es decir, a la empresa entraría por concepto de ventas de alambón al mes 1.459.620 US\$ más.

CONCLUSIONES

Una vez culminada la investigación se concluye lo siguiente:

1. De acuerdo al método LEST, las áreas de fundición, colada y laminación de la empresa CVG CABELUM C.A. cuentan con una infraestructura, que en cuanto a espacio, cumple con los requerimientos y especificaciones necesarias para el desarrollo de actividades, sin embargo, existen condiciones en ellas que causan un impacto negativo en el desempeño del operario, entre estas condiciones se encuentran: el ambiente físico, principalmente en el criterio del ambiente térmico, pues el nivel de temperatura al que se ven expuestos los trabajadores en estas áreas es elevado; la carga mental, en el criterio de atención, ya que el nivel de riesgo de accidentes en estas zonas es alto, por lo tanto se necesita que los operarios estén concentrados en todas las actividades a realizar; y por último y no menos importante, están los aspectos psicosociales, sobretudo en el criterio de la identificación del trabajador con el producto, ya que los operarios de estas áreas están conscientes que su labor incide de manera considerable en la consecución del objetivo fundamental de la empresa.
2. El estudio o análisis ergonómico realizado a los puestos de trabajo en las áreas de fundición, colada y laminación de la empresa, arrojó que los movimientos realizados por los trabajadores en estas áreas dependen de las posiciones que ellos mismos adopten para ejecutar una tarea determinada, es decir, los trabajadores tienen la libertad de escoger la posición mas cómoda al momento de desarrollar sus tareas. También se pudo conocer con la investigación que las partes del cuerpo más sometidas a movimientos constantes y esfuerzos por parte de los operarios son la del conjunto codo-muñeca.

3. Con la mejora realizada al diagrama de procesos del área de fundición, se anexaron muchas operaciones puestas en práctica, se establecieron las distancias que recorre el material en la zona así como los tiempos de espera o los tiempos en minutos que permanece el material en los hornos, determinando finalmente que en el área de fundición se llevan a cabo aproximadamente 22 operaciones, 17 revisiones, 9 recorridos con una distancia total de 206 m, 2 demoras y 4 almacenamientos.
4. Con el diagnóstico del flujo de actividades que tienen lugar en el área de fundición se observaron las operaciones desarrolladas en los almacenes, se detallaron los recorridos dados por el material hasta la zona de almacén de productos terminados, se exhibieron tanto las operaciones efectuadas cuando se utiliza en enrollador orbital como las desarrolladas cuando se utiliza el cuello de ganso, se mostraron las demoras presentes en el proceso (tiempos de fusión y de preparación de aleación) y se revelaron las zonas donde se ejecutan las operaciones relacionadas con la adición de aleaciones en el horno basculante, las operaciones de pesado, reenrollado y embalaje del alambre.
5. Evaluados los niveles de producción de alambre de CVG CABELUM en el período enero-junio del 2012, se pudo deducir que la producción no alcanzó la meta programada por mes debido a la falta del suministro de Materia Prima, las fallas en el laminador, falta de sistema O.T.T y falta de estandarización en el área de fundición.
6. El estudio de tiempos realizado en la presente investigación arrojó que el tiempo estándar para la producción del rollo de alambre con aleación 6201, cuando se ha parado la producción, es de 8 horas con 21 minutos, mientras que para la producción del rollo de alambre con aleación 1350, el tiempo estándar es de 7 horas aproximadamente.

-
7. La estandarización completa de los procesos de fabricación de alambón con aleación 6201, significaría para la empresa un aumento en un 75% de la producción, es decir, se incrementaría la producción de 4 a 7 rollos por turno. En términos de ingreso por ventas la estandarización significaría para la compañía 1.459.620 US \$ al mes más.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones antes mencionadas, se recomienda lo siguiente:

1. Implantar normas de seguridad, que obliguen a los trabajadores a utilizar los equipos de protección personal (EPP) al momento de desarrollar sus labores en las áreas de fundición, colada y laminación de la empresa.
2. Colocar mapas de riesgos en las diferentes zonas de trabajo de la empresa, con la finalidad de brindar una herramienta precisa, para la prevención de riesgos en el área de trabajo
3. Establecer controles de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinarias utilizadas en las áreas de fundición, colada y laminación de la empresa, esto con el objetivo de garantizar el buen funcionamiento y evitar el deterioro de los mismos.
4. Publicar tanto el diagrama de proceso como el de flujo o recorrido del área de fundición en las instalaciones de la empresa, para que los trabajadores de la misma conozcan y estén familiarizados con los procesos que se llevan a cabo en esta zona.
5. Mantener el suministro constante de materia prima, para poder cumplir con los compromisos adquiridos por la empresa y continuar con la mejora del plan de mantenimiento a los sistemas eléctricos y electrónicos de la línea de laminación y O.T.T.

6. Supervisar el cumplimiento de las prácticas operativas establecidas para los procesos de fundición, colada y laminación en la empresa.

7. Controlar los procesos desarrollados en el área de fundición mediante los tiempos estándares propuestos para aumentar los niveles de producción de alambón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aplicación de Técnicas de Ing. de Métodos a Empresa Gradelca. [Documento en línea]. Disponible en <http://ebookbrowse.com/laboratorio-ing-metodos-pdf-d87221646>.
- Arias, Fidias (2006); El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica. Caracas, Venezuela. 5ta Edición.
- Balestrini A, Mirian. (2001). “¿Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación?”. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial. Caracas, Venezuela.
- Benjamín Niebel (México, 1990). Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos. Editorial Alfa-Omega. 3a. Edición.
- Bohn Martin J. Jr., Super Donald E. (México, 1973). Psicología Ocupacional. Serie de Sociología Industrial C.E.C.S.A.
- Cordero, Y. (s.f) Análisis de los Procesos de Trabajo. [Documento en línea]. Disponible en http://www.ogp.gobierno.pr/html/GG_E008.html.
- Durán, Freddy (Ecuador 2007). Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicio y Hospitalarias.
- Estandarización y mejoras del sistema de manejo y almacenamiento de cilindros en el área de acabado de fundición. [Documento en línea]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos88/estandarizacion-y-mejoras-sistema-manejo-y-almacenamiento-cilindros/estandarizacion-y-mejoras-sistema-manejo-y-almacenamiento-cilindros.shtml>.

-
- Estudio de Métodos en las instalaciones del Taller Central Dell'Acqua. [Documento en línea]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-metodos-instalaciones-del-taller-central-dell-acqua-ca/estudio-metodos-instalaciones-del-taller-central-dell-acqua-ca.pdf>.

 - Faverge Jean-Marie (Barcelona, 1975). El Examen del Personal y el Empleo de Tests. Editorial Herder.

 - Hernández, Roberto (México 1991). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill.

 - Hurtado de B., Jacqueline (2008). Metodología de la Investigación una Comprensión Holística (3era Edición). Caracas: Quirón- SYPAL.

 - Krick, Edward (México, 1983). Ingeniería de Métodos. Editorial C.E.C.S.A.

 - Konz, Stephan (México, 1990). Diseño de Sistemas de Trabajo. Editorial Limusa.

 - Manual del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo de CVG CABELUM (Ciudad Bolívar, Mayo 2011).

 - Mundel (México, 1978). Estudio de Tiempos y Movimientos. Editorial C.E.C.S.A.

 - Narváez, Rosa (Puerto Ordaz 1997). Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación.

- Optimización del Proceso Productivo de Aleaciones en Presentación de Lingotes De 10 Kg., de la Empresa Alloys Metals C.A. [Documento en línea]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/optimizacion-proceso-aleaciones-lingotes-10-kg-alloys-metals-ca/optimizacion-proceso-aleaciones-lingotes-10-kg-alloys-metals-ca.shtml>.
- Picón, Jaime y Saud de Núñez (Grecia 1988). Normas, Ideas y Conceptos Básicos para la Elaboración de Proyectos e Informes de Investigación.
- Prácticas de laboratorio de Ingeniería de Métodos. [Documento en línea]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/practicas-laboratorio-ingenieria-metodos/practicas-laboratorio-ingenieria-metodos.pdf>.
- Ralph Barné B. (España, 1964). Estudio de Tiempos y Movimientos Editorial Aguilar, S.A. 4ta. Edición.
- Sabino, Carlos (2000). ¿Cómo Elaborar una Tesis y Elaborar Todo Tipo de Escritos? Bogotá: Panamericana.
- Tiempo Estándar y Muestreo del Trabajo, El Mundo de la Batería [Documento en línea]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-mundo-bateria/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-mundo-bateria.shtml>.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de T STUDENT

LA DISTRIBUCION t

Si X tiene ν grados de libertad, entonces $Pr.(X \leq x) = P.$

ν	P=0.90	P=0.95	0.975	0.990	0.995	0.999	0.9995
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.302	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.894	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.405
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.611	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.391
200	1.286	1.653	1.972	2.345	2.601	3.131	3.340
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Anexo 2: Tabla de puntuación según las concesiones por fatiga.

CONCESIONES POR FATIGA	MINUTOS CONCEDIDOS=	$\frac{\text{CONCESIÓN} \% \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN} \%}$

CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN(%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	Y MÁS	30	118	111	104	97

Anexo 3. Definiciones operacionales de los factores de fatiga.

1.

A. <u>CONDICIONES DE TRABAJO:</u> 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN		
1. TEMPERATURA	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$. b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire

3. HUMEDAD	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal; ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.
4. NIVEL DE RUIDO	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.

GRADO 3. (15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux

GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

15 REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.

1. DURACIÓN DEL TRABAJO

GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.

GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos

GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.

GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.

2. REPETICIÓN DEL CICLO

GRADO 1. (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

3. ESFUERZO FÍSICO

- GRADO 2.** (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4.** (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador
- GRADO 1.** (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2.** (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

4. ESFUERZO
MENTAL O
VISUAL

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1. (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3. (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- GRADO 4. (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos períodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se sienta sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por períodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4.** (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos períodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.