



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

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN
PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG., DE LA EMPRESA
ALLOYS METALS C.A**

**Br: Edwin Castillo R.
C.I. 22.800.735**

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2009

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10
KG., DE LA EMPRESA ALLOYS METALS C.A**



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

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN
PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG., DE LA EMPRESA
ALLOYS METALS C.A**

Castillo Rodríguez, Edwin F.

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

**Tutor Académico
Ing. Iván Turmero Astros**

**Tutor Industrial
Ing. Celiana Lorenzo**

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2009

AGRADECIMIENTOS

- A mi Padre Divino, porque cada día que me brinda, es un día lleno de armonía, prosperidad y felicidad y por hacer de mi vida más fácil para cumplir mis metas.
- A mis Padres, por sus sabios consejos y por darme la educación necesaria para ser la persona que hoy en día soy.
- A mis dos Hermanos, por su ayuda y por sus grandiosos consejos.
- A mi Tutor Académico, Iván Turmero, por brindarme la orientación necesaria para realizar el trabajo.
- A mi Tutora Industrial Celiana Lorenzo, por su apoyo y colaboración para el logro de este trabajo.
- A Dilenys Segovia y Flor Martínez, por su gran ayuda para realizar el trabajo.
- A los Operadores de Fundición de la línea lingotera por su apoyo.
- A Gervin Martinez y a todo el personal tanto administrativo como obrero de Alloys Metals C.A., por su amistad, apoyo y colaboración brindada y por hacer de mi estadía en la empresa un tiempo agradable.
- A mis amigos: María Montalenti, Carlos Segovia, Adrián Plata, Jesmar Ortiz, Fernán Canache, Jefferson Vega y Freddy Torres por obsequiarme su colaboración cuando la necesitaba.

¡A TODOS MUCHAS GRACIAS!

DEDICATORIA

Dedico la realización de este proyecto:

- A mi Padre Celestial, porque es la Fuente y la Razón de mí existir.
- A mis Padres que lo han dado todo, para darme estudio y me han brindado su cariño, orientación y consejos para lograr mis metas.
- A mis Hermanos, que han sido una gran compañía y una guía de aprendizaje de la vida.
- A mis abuelos, que aunque se encuentren a muchos Kilómetros de distancia, son una fuente de inspiración en mi vida.
- A mis primos y tíos, que han estado conmigo durante todas las etapas de mi vida.
- A mis amigos de bachillerato y de la universidad, para que nuestra amistad perdure por siempre.



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

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN
PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG. EN ALLOYS METALS C.A**

**Br: Castillo Rodríguez, Edwin F.
Tutor Académico: Ing. Iván Turmero
Astros
Tutor Industrial: Ing. Celiana Lorenzo**

RESUMEN

En el siguiente trabajo se realizó la optimización del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., el cual 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 realizó 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 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. Se concluyó que existen eventualidades en el proceso que afectan en el cumplimiento eficiente de cada operación.

PALABRAS CLAVES: 1. Estandarización 2. Método 3. Tiempo 4. Mejoras 5. Lingote 6. Aleación 7. Parámetro 8. Instrucción de Trabajo 9. Seguridad 10. Alloys Metals C.A.

| ÍNDICE GENERAL | |
|--|-------------|
| CONTENIDO | PAG. |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DEDICATORIA | v |
| RESUMEN | vi |
| ÍNDICE GENERAL | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I EL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 3 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.3 OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 6 |
| 1.6 ALCANCE | 6 |
| 1.7 DELIMITACIONES | 6 |
| 1.8 LIMITACIONES | 6 |
| CAPÍTULO II GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 7 |
| 2.1 Nombre de la Empresa | 7 |
| 2.2 Reseña Histórica | 7 |
| 2.3 Misión | 8 |
| 2.4 Visión | 8 |
| 2.5 Ubicación de la Empresa | 8 |
| 2.6 Dimensiones de la Empresa | 9 |
| 2.7 Mercado | 9 |
| 2.7.1 Mercado Nacional | 9 |
| 2.7.2 Mercado Internacional | 10 |
| 2.8 Descripción de los procesos y productos de Alloys Metals, C.A. | 10 |
| 2.8.1 Descripción del proceso productivo de lingotes aleados para refusión | 11 |
| 2.9 Productos | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 2.9.1 Lingotes Aleados | 11 |
| 2.9.2 Alambrón | 12 |
| 2.10 Organigrama de la Empresa | 12 |
| CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO | 15 |
| 3.1 Ingeniería de Métodos | 15 |
| 3.2 Estudio de Métodos | 15 |
| 3.3 Diagramas | 18 |
| 3.3.1 Diagrama de Operaciones | 19 |
| 3.3.2 Diagrama de Proceso | 20 |
| 3.3.3 Diagrama de Flujo | 20 |
| 3.3.4 Diagrama de Recorrido | 22 |
| 3.3.5 Diagrama Causa y Efecto | 23 |
| 3.4 Análisis de Trabajo Seguro | 24 |
| 3.4.1 Seleccionar un trabajo para análisis | 25 |
| 3.4.2 Miembros del desarrollo del A.T.S | 25 |
| 3.4.3 Desarrollo del A.T.S | 26 |
| 3.4.3.1 Desglosar el trabajo | 26 |
| 3.4.3.2 Identificar los peligros | 26 |
| 3.4.3.3 Acciones de control | 26 |
| 3.5 Estudio de Tiempos | 27 |
| 3.5.1 Requisitos para el Estudio de Tiempos | 27 |
| 3.5.2 Equipos para el Estudio de Tiempos | 27 |
| 3.5.2.1 Cronómetros | 28 |
| 3.5.3 Análisis de materiales y métodos | 29 |
| 3.5.4 Registro de Información significativa | 30 |
| 3.5.5 División de la operación en elementos | 31 |
| 3.5.6 Toma de Tiempos | 32 |
| 3.5.6.1 Registro de tiempos de cada elemento | 33 |
| 3.5.6.2 Dificultades Encontradas | 33 |
| 3.5.6.3 Números de Ciclos a Estudiar | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.6.4 Tiempo Estándar | 35 |
| 3.5.6.5 Calificación de la Actuación del Operario | 36 |
| 3.5.6.6 Calificación por Velocidad | 37 |
| 3.5.6.7 Sistema Westinghouse | 37 |
| 3.5.6.8 Tiempo Normal | 38 |
| 3.5.6.9 Tolerancias | 38 |
| 3.5.6.10 Fatiga | 39 |
| 3.6 Calidad | 39 |
| 3.6.1 La calidad afecta a una empresa en 4 maneras | 40 |
| 3.7 Manual de Procedimientos | 41 |
| 3.7.1 Definición | 41 |
| 3.7.2 Utilidad | 41 |
| 3.7.3 Conformación del manual | 42 |
| CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO | 46 |
| 4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 46 |
| 4.2 POBLACIÓN | 46 |
| 4.3 MUESTRA | 47 |
| 4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN | 47 |
| 4.5 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS | 47 |
| 4.6 PROCEDIMIENTO | 48 |
| CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL | 51 |
| 5.1 Método de trabajo detallado | 51 |
| 5.2 Diagrama de Proceso Detallado del Proceso Productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 kg. | 62 |
| 5.3 Diagrama de Recorrido del Proceso Productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 kg. | 64 |
| 5.4 Análisis General | 65 |
| CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | 82 |
| 6.1 Análisis de Trabajo Seguro (ATS) para cada actividad del proceso | 82 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.1.1 | ATS para operación de carga | 82 |
| 6.1.2 | ATS para actividades durante la fusión | 82 |
| 6.1.3 | ATS para operación adición de aleantes | 83 |
| 6.1.4 | ATS para remoción de escoria | 83 |
| 6.1.5 | ATS para actividades durante la colada | 84 |
| 6.1.6 | ATS para actividades de finalización de la colada | 84 |
| 6.1.7 | ATS para operación de armado de lingotes en bultos | 85 |
| 6.1.8 | ATS para operación de flejado | 85 |
| 6.1.9 | ATS para operación de pesado de lingotes | 86 |
| 6.1.10 | ATS para preparación de línea de aleaciones | 86 |
| 6.2 | Estandarización de movimientos para cada operación del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg. | 87 |
| 6.2.1. | Operación de carga | 87 |
| 6.2.2. | Procedimiento de Pesaje de Bultos de Lingotes | 91 |
| 6.2.3. | Procedimientos de remoción de escoria y Homogenizado del Horno N° 1 | 97 |
| 6.2.4. | Operación de Adición de Aleantes en el horno N° 1 | 98 |
| 6.2.5. | Operaciones de: Actividades durante la fusión en el horno n° 1, Armado de Lingotes de 10 Kg. en bultos, Flejado con fleje de poliéster y Flejado con fleje galvanizado. | 98 |
| 6.2.6. | Actividades durante la colada y de finalización de la colada a través de la lingotera y de preparación de línea lingotera | 98 |
| 6.2.7. | Preparación de la línea de aleaciones en presentación de Lingotes de 10 Kg. | 99 |
| 6.2.8. | Lavado de Horno | 99 |
| 6.3 | Aplicación Del Estudio De Tiempo En El Proceso Productivo De Aleaciones En Presentación De Lingotes De 10 Kg. | 100 |
| 6.3.1 | Descripción de la Operación e identificación de los elementos | 100 |
| 6.3.2 | Registro de Lecturas | 102 |
| 6.1.3 | Tamaño de la Muestra | 105 |
| 6.3.4 | Determinación del Tiempo Estándar | 109 |

| | |
|---|-----|
| 6.3.4.1 Tiempo Estándar de Carga | 110 |
| 6.3.4.2 Tiempo Estándar de Fusión de Aluminio | 115 |
| 6.3.4.3 Tiempo Estándar De Enfriamiento De Lingotes | 115 |
| 6.3.4.4 Tiempo Estándar De Armado De Bultos | 115 |
| 6.3.4.5 Tiempo Estándar De Flejado (Fleje De Poliéster) | 120 |
| 6.3.4.6 Tiempo Estándar De Flejado (Fleje Galvanizado) | 124 |
| 6.3.4.7 Tiempo Estandar De Pesado De Bultos De Lingotes | 128 |
| 6.3.4.8 Tiempo Estandar De Preparación De Línea | 131 |
| 6.4 Cálculo De Tiempo Total Del Proceso Productivo De Aleaciones En Presentación De Lingotes De 10 Kg. | 135 |
| 6.4.1 A-1060 | 135 |
| 6.4.2 A-Deox | 136 |
| 6.5 Actualización De Los Parámetros Operacionales De Colada De La Línea De Aleaciones En Presentación De Lingotes De 10 Kg. | 136 |
| 6.5.1 Estudio De La Calidad De Las Aleaciones De Aluminio En Presentación De Lingotes De 10 Kg. | 136 |
| 6.5.2 Cálculo De La Pérdida De Temperatura Del Trayecto Horno N° 1 - Guitarra De La Línea De Aleaciones En Presentación De Lingotes De 10 Kg. | 139 |
| 6.6 Diagrama De Procesos Y Recorrido Propuesto | 141 |
| 6.7 Plan De Acción Para Cumplir Con Los Estándares Obtenidos | 144 |
| CONCLUSIONES | 154 |
| RECOMENDACIONES | 156 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS | 157 |
| BIBLIOGRAFIA | 160 |
| APÉNDICES | 161 |
| 1 Números Aleatorios | 161 |
| 2 ATS de carga | 162 |
| 3 ATS de actividades durante la fusión de aluminio | 164 |
| 4 ATS de adición de aleantes | 166 |
| 5 ATS de remoción de escoria | 168 |
| 6 ATS de actividades durante la colada | 170 |

| | |
|--|-----|
| 7 ATS de actividades de la finalización de la colada | 172 |
| 8 ATS de armado de lingotes | 174 |
| 9 ATS de flejado con fleje de poliéster | 176 |
| 10 ATS de flejado con fleje galvanizado | 178 |
| 11 ATS de pesado de bultos de lingotes | 180 |
| 12 ATS de preparación de línea | 182 |
| 13 Instrucción de trabajo de Carga de materia prima | 184 |
| 14 Instrucciones de trabajo de Pesado de bultos de lingotes | 194 |
| 15 Instrucciones de trabajo de Homogenizado | 199 |
| 16 Instrucciones de trabajo de Remoción de escoria | 204 |
| 17 Instrucciones de trabajo de preparación de Aleaciones | 210 |
| 18 Instrucciones de trabajo de actividades durante la Fusión en el Horno N° 1 | 218 |
| 19 Instrucciones de trabajo de Armado de lingotes | 223 |
| 20 Instrucción de trabajo de Flejado con fleje de poliéster | 229 |
| 21 Instrucción de trabajo de Flejado con fleje galvanizado | 234 |
| 22 Instrucción de trabajo de Actividades durante la Colada a través de la lingotera | 240 |
| 23 Instrucción de trabajo de actividades de la finalización de la colada a través de la lingotera | 248 |
| 24 Instrucción de Trabajo de Preparación de Línea de Aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg. | 253 |
| 25 Instrucción de trabajo de Lavado de horno | 263 |
| 26 Manual de Procedimientos del Proceso Productivo de Aleaciones en Presentación de Lingotes de 10 Kg. | 268 |
| 27 Fotos de Muestras de lingotes para estudio de calidad | 290 |
| 28 Ficha técnica de A-1060 actualizada | 302 |
| 29 Ficha técnica A- Deox actualizada | 303 |
| ANEXOS | 304 |
| 1 Formulario OUTFO-001 de Planificación y Control de la Producción | 305 |
| 2 Paletas de remoción de escoria y de carga | 306 |
| 3 Operación de adición de aleantes | 306 |
| 4 Remoción de escoria | 306 |

| | |
|---|-----|
| 5 Tapón y piquera del Horno N° 1 | 307 |
| 6 Actividades de Preparación de Línea | 307 |
| 7 Armado de Lingotes en bultos | 307 |
| 8 Disposición de flejes de poliéster en bultos | 308 |
| 9 Operación de Pesaje | 308 |
| 10 Disposición de fleje galvanizado en bultos | 308 |
| 11 Ficha Técnica de A- Deox | 309 |
| 12 Ficha Técnica de A-1060 | 310 |
| 13 Ficha Técnica de A-380 | 311 |
| 14 Instrucción de Trabajo de Homogenizado y Remoción de Escoria de los Hornos de Fusión N° 1 y N° 4 | 312 |
| 15 Instrucción de Trabajo de Preparación de Aleaciones de la serie 3xxx | 317 |
| 16 Instrucción de Trabajo de Preparación de la Aleación 6201 | 325 |
| 17 Instrucción de Trabajo de Preparación de la Aleación 1350 | 331 |
| 18 Instrucción de Trabajo de Actividades Durante la Colada | 338 |
| 19 Instrucción de Trabajo de Preparación de la Línea | 344 |
| 20 Tabla de distribución “t students” | 348 |
| 21 Tabla de Calificación de Velocidad (Westinghouse) | 349 |
| 22 Concesiones por Fatiga | 350 |

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

| FIGURAS: | PÁG. |
|---|-------------|
| 2.1 Diagrama de Producción de Alambrón | 10 |
| 2.2 Diagrama de Producción de Lingotes | 11 |
| 2.3 Productos de la Empresa | 12 |
| 2.4 Organigrama de la empresa | 14 |
| 5.1 Materia Prima para la producción de Lingotes de 10 Kg. | 52 |
| 5.2 División de bultos de lingotes de Alcasa y Venalum | 53 |
| 5.3 Lingotera | 57 |
| 5.4 Diagrama de Proceso del Proceso Productivo de Aleaciones en presentación de lingotes de 10 kg | 62 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.5 | Diagrama de Recorrido del Proceso Productivo de Aleaciones en presentación de lingotes de 10 kg | 64 |
| 5.6 | Diagrama causa y efecto de la Ineficiencia del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg. | 65 |
| 5.7 | Problemas ocasionados por flejes de desecho | 66 |
| 5.8 | Material en las cercanías al horno nº 1. | 66 |
| 5.9 | Carga de rollos no aprobados en el horno nº 1. | 67 |
| 5.10 | Paleta de carga golpeando la puerta del horno. | 67 |
| 5.11 | Problemas ocasionados al cargar conchas, barras y lágrimas al horno nº 1 | 68 |
| 5.12 | Operación de remoción de escoria | 69 |
| 5.13 | Desnatado del aluminio contenido en el canal de transferencia | 70 |
| 5.14 | Escoria y nata de aluminio en las cercanías del canal de transferencia | 70 |
| 5.15 | Bebedero de agua a cercanías del área de desmoldado | 71 |
| 5.16 | Drenado del metal al finalizar colada | 71 |
| 5.17 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 11020911 A-Deox | 73 |
| 5.18 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 20020911 A-Deox | 74 |
| 5.19 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 30010911 A-1060 | 75 |
| 5.20 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 12020911 A-1060 | 76 |
| 5.21 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 05020911 A-380 | 77 |
| 5.22 | Gráfico de temperaturas de la colada N° 06020911 A-380 | 78 |
| 5.23 | Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-Deox | 80 |
| 5.24 | Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-1060 | 81 |
| 5.25 | Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-380 | 81 |
| 6.1 | Diagrama de Flujo de carga tomando mitad del bulto | 88 |
| 6.2 | Diagrama de Flujo de carga dividiendo bulto de lingotes | 89 |
| 6.3 | Diagrama de Flujo de carga reduciendo tamaño del bulto | 90 |
| 6.4 | Diagrama de Flujo de pesaje transportando bulto por bulto | 92 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| 6.5 | Diagrama de Flujo de pesaje transportando 6 bultos | 93 |
| 6.6 | Diagrama de Flujo de pesaje transportando 2 bultos | 96 |
| 6.7 | Diagrama de Proceso Propuesto del Proceso Productivo de Aleaciones | 142 |
| 6.8 | Diagrama de Recorrido Propuesto del Proceso Productivo de Aleaciones | 143 |
| TABLAS: | | 83 |
| 3.1 | Símbolos de Diagrama de Proceso | 19 |
| 6.1 | Comparación de métodos para preparación de bultos P-1020 | 91 |
| 6.2 | Tiempos de Pesaje trasladando bulto por bulto | 94 |
| 6.3 | Tiempos de pesaje trasladando 6 bultos | 95 |
| 6.4 | Comparación de métodos de pesaje | 95 |
| 6.5 | Tabla de tiempos de operación de carga | 103 |
| 6.6 | Tabla de tiempos de fusión de aluminio | 103 |
| 6.7 | Tabla de tiempos de enfriamiento de lingotes | 104 |
| 6.8 | Tabla de tiempos de armado de lingotes en bultos | 104 |
| 6.9 | Tabla de tiempos de flejado con fleje de poliéster | 104 |
| 6.10 | Tabla de tiempos de flejado con fleje galvanizado | 104 |
| 6.11 | Tabla de tiempos de pesaje | 104 |
| 6.12 | Tabla de tiempos de preparación de línea | 105 |
| 6.13 | Datos para tamaño de muestra de carga de materia prima | 106 |
| 6.14 | Datos para tamaño de muestra de fusión de aluminio | 107 |
| 6.15 | Datos para tamaño de muestra de enfriamiento de lingotes | 107 |
| 6.16 | Datos para tamaño de muestra de armado de lingotes | 108 |
| 6.17 | Datos para tamaño de muestra de flejado con fleje de poliéster | 108 |
| 6.18 | Datos para tamaño de muestra de flejado con fleje galvanizado | 108 |
| 6.19 | Datos para tamaño de muestra de pesaje | 109 |
| 6.20 | Datos para tamaño de muestra de preparación de la línea | 109 |
| 6.21 | Calificación de Velocidad para Operación de de carga | 111 |

| | | |
|------|--|-----|
| 6.22 | Tabla de Concesiones por Fatiga para Operación de carga | 113 |
| 6.23 | Calificación de velocidad del Operador para armar lingotes en bultos. | 116 |
| 6.24 | Concesiones por Fatiga de Operador para armar lingotes en bultos | 118 |
| 6.25 | Calificación de velocidad del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje de poliéster. | 121 |
| 6.26 | Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje de poliéster | 122 |
| 6.27 | Calificación de velocidad del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje galvanizado. | 124 |
| 6.28 | Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje galvanizado | 126 |
| 6.29 | Calificación de velocidad del Operador de Embalaje y de Montacargas para Operación de Pesaje | 128 |
| 6.30 | Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para pesado de bultos | 130 |
| 6.31 | Calificación de velocidad del Operadores de Fundición y de Montacargas para Preparación de línea | 132 |
| 6.32 | Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para pesado de bultos | 134 |
| 6.33 | Calidad de los lingotes, con distintos parámetros operacionales | 137 |
| 6.34 | Cálculo de pérdida de temperatura a través del canal de la línea de Aleaciones | 140 |

INTRODUCCIÓN

Alloys Metals C.A., es una empresa perteneciente al sector de las PYMES, considerada como una planta experta en la fabricación de aleaciones especiales de aluminio, utilizada en la elaboración de partes y piezas.

Una de sus líneas de producción consiste en la fabricación de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., cuyo proceso comienza con la fusión de aluminio primario y secundario, para luego ser transferido por canales a la lingotera para realizar la colada continua de aluminio y finalizando con el debido embalado, pesado y etiquetado del material para su despacho.

Actualmente para esta línea de producción, existen instrucciones de trabajo sólo para algunas actividades, que desde la fecha de su elaboración (mayo 2004) no se ha evaluado lo descrito en ellas, por lo que puede haber omisiones de movimientos que se efectúen en el presente. Además, hay diversas formas de realizar una misma operación por los operadores del proceso, debido a que la empresa no cuenta con estándares de tiempo ni de movimiento para todas las operaciones del proceso.

Por otra parte, los lingotes producidos están presentando problemas de calidad, por lo que se requiere evaluar los parámetros operacionales de este proceso productivo para así, verificar si estos son los causantes de esta problemática y en este caso, actualizar dichos estándares para garantizar un producto de buena calidad.

Por ello, este proyecto tiene como finalidad la optimización del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., lograda mediante la realización de un manual de procedimientos que explique el método correcto para la realización de cada actividad y los parámetros operacionales que garanticen un producto de buena calidad, además de los tiempos de duración de cada actividad.

El tipo de investigación utilizado para llevar a cabo el trabajo es descriptivo, aplicado y de campo, ya que mediante la descripción del proceso productivo de aleaciones, se busca optimizar las actividades pertenecientes a dicho proceso.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: **Capítulo I:** Está constituido por los antecedentes, el planteamiento del problema, el alcance de la investigación y limitaciones del proyecto, la justificación e importancia del trabajo y por último el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. **Capítulo II:** Se presenta información sobre las generalidades de la empresa. **Capítulo III:** Se describe el marco referencial, las bases teóricas y la definición de términos básicos, cuyos conocimientos y comprensión fueron necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados. **Capítulo IV:** En esta parte se presenta el tipo de investigación realizada, la población y muestra tomada, las técnicas para recolectar información y los procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos. **Capítulo V:** Muestra la situación actual referida al tema del proyecto y que sirven como base para detectar los problemas existentes y encontrar las posibles soluciones al caso. **Capítulo VI:** Se analizan los datos suministrados y finalmente se presentan las referencias bibliográficas conclusiones, recomendaciones, apéndices y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

A continuación se describirá el planteamiento del problema del proyecto y los objetivos propuestos para el logro de la resolución del mismo, así como también el alcance, limitaciones y antecedentes de la investigación.

1.1 ANTECEDENTES

Castillo (2008), realizó un trabajo cuya finalidad fue optimizar y estandarizar el proceso productivo del Horno N° 1. En este trabajo se efectuó una evaluación a las actividades realizadas en este Horno, para identificar los elementos productivos y no productivos y se concluyó que existen eventualidades que afectan en el cumplimiento eficiente del proceso efectuado en este horno, como mal procedimiento de carga y descoriado y agujeros en el horno que dan lugar a escape de temperaturas. Además, se realizó un estudio de tiempo, obteniendo tiempo estándar de carga y descoriado, 80,9970 min. y 9,9366 min. respectivamente.

Por otra parte, León (2008), realizó un proyecto para optar el título de técnico superior universitario en la especialidad de metalúrgica, cuyo título es “Determinación de los parámetros operacionales adecuados para la producción de lingotes de 10 Kg. de aleación A-1060, en la empresa Alloys Metals C.A.”; cuya finalidad fue dar propuestas para la optimización de la calidad de los lingotes. En este trabajo se llegó a las conclusiones que a menor temperatura de colada de las establecidas en los parámetros operacionales de la empresa para esta aleación (775-805 °C temperatura del horno, 690-705 °C temperatura de guitarra y 10-12 frecuencia de lingotera) y a menor llenado de los moldes se producen menos defectos tanto internos como superficiales en el lingote.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alloys Metals, C.A, es una empresa dedicada a la producción de aleaciones de aluminio en presentación de alambón y lingotes, obtenidas mediante la fusión de aluminio primario.

Actualmente, para el proceso productivo de lingotes, se cuenta con instrucciones de trabajo sólo para algunas actividades y desde el año de arranque de la empresa (mayo 2004), no se han evaluado lo descrito en ellas, por lo que puede haber omisiones de movimientos y parámetros que hoy en día, se estén llevando a cabo.

Además, no existen estándares de tiempo ni de movimientos para todas las actividades de la producción de lingotes, lo que ocasiona que cada obrero realice el trabajo a su manera, sin tener en cuenta un patrón que refleje las holguras y acciones permitidas, considerando seguridad y eficiencia.

Por otra parte, los lingotes producidos están presentando problemas de calidad (rechupe y grietas internas), por lo que la empresa requiere evaluar los parámetros operacionales de este proceso productivo para verificar si estos son los causantes de la problemática y en dado caso, actualizar los rangos estándares de los mismos.

Es por ello, que esta investigación tiene como finalidad la optimización del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., lograda mediante la realización de un manual de procedimientos que explique el método correcto y la duración de cada actividad, actualizando las instrucciones de trabajo y los parámetros operacionales ya existentes en la empresa e implantando instrucciones nuevas para las actividades que carezcan de ello, además del establecimiento de propuestas de mejora en el proceso.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso productivo de aleaciones de aluminio, en presentación de lingotes de 10 Kg. en Alloys Metals C.A.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las actividades que forman parte del proceso productivo de la línea de lingotes de la empresa.
2. Efectuar un diagnóstico general del proceso productivo.
3. Realizar análisis de trabajo seguro para cada operación.
4. Comparar procedimientos estudiados con los descritos en las instrucciones de trabajo existentes en la actualidad.
5. Plantear método óptimo de trabajo de cada operación.
6. Crear instrucciones de trabajo para las actividades que carezcan de ello y actualizar las ya existentes.
7. Ejecutar estudio de tiempo para calcular tiempo estándar de cada actividad estudiada (fusión, preparación de línea, colada, armado de bultos, flejado y pesado) y tiempo total de producción de lingotes.
8. Analizar parámetros operacionales utilizados en la actualidad (temperatura de colada del horno N° 1, temperatura de guitarra y frecuencia de lingotera) para la producción de lingotes y compararlos con los establecidos por la empresa.
9. Verificar la calidad de los lingotes bajo los parámetros operacionales utilizados actualmente.
10. Actualizar parámetros operacionales para la producción de lingotes (temperatura del Horno N° 1, temperatura de guitarra).
11. Realizar manual de operaciones del proceso de producción de lingotes de la empresa, con el fin de estandarizar movimientos y tiempos de cada actividad y actualizar parámetros operacionales que aseguren la calidad del producto.
12. Elaborar plan de acción para optimizar y cumplir con los estándares planteados.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es realizado con la finalidad que exista en la empresa estándares de tiempo y movimiento y parámetros operacionales, que les permita a los operadores conocer las holguras que deben asumir para realizar cada operación y la manera más eficiente y segura para desarrollarlas, así como también rangos de medidas que garanticen un producto de buena calidad.

1.6 ALCANCE

El proyecto comprende la optimización y estandarización de parámetros operacionales, de tiempos y movimientos de cada actividad que forma parte del proceso productivo de lingotes, comprendido desde la carga del Horno N° 1, hasta que los lingotes se encuentran debidamente apilados, flejados y pesados.

Es de resaltar, que debido a que anteriormente se había realizado una investigación, que dio a conocer la estandarización y optimización del proceso productivo del Horno N° 1 (actividades de carga y descoriado), serán incluidos los resultados mostrado en ese proyecto, con el fin de presentarlos en el manual de procedimientos a realizar.

1.7 DELIMITACIONES

El estudio que se va a llevar a cabo, está enfocado en el área de producción de la empresa Alloys Metals C.A., específicamente en la Línea de producción de lingotes, comprendiendo desde la carga del Horno N° 1, hasta que los lingotes estén listos en el área de almacenaje para ser despachados.

1.8 LIMITACIONES

Debido a que la empresa trabaja por pedidos, el estudio de tiempo y análisis de calidad significativos para todas las aleaciones de la gama de productos de la empresa son afectados, por lo que se realizará dicho trabajo sólo a las aleaciones que se le hayan tomado datos suficientes en la estadía en planta del investigador.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Seguidamente, se realizará una descripción de la empresa donde se va a realizar el trabajo de investigación, exponiendo su ubicación geográfica, historia, mercado, estructura organizativa y una breve explicación de sus procesos de producción.

2.1 NOMBRE DE LA EMPRESA

ALLOYS METALS C.A. (AMCA)

2.2 RESEÑA HISTÓRICA

Alloys Metals C.A es una compañía venezolana, privada, perteneciente al sector de las PYMES, concebida de clase mundial, con sede en Venezuela, dedicada a la producción y comercialización, mayoritariamente internacional, de aleaciones de aluminio. La capacidad de producción de la planta es de aproximadamente 27.000 toneladas por año, el alambión es manufacturado a través de la combinación de una mezcla seleccionada y controlada químicamente de aluminio primario y elementos aleantes adecuados, mediante un proceso de selección, clasificación y fundición controlado en todas sus etapas. Para la producción de pailas y lingotes aleados es utilizado aluminio primario o secundario, más la adición de elementos aleantes según requerimientos químicos, ambos procesos se rigen bajo parámetros de control que garanticen la calidad del producto en cada una de sus etapas.

La constitución de la empresa Alloys Metals, C.A., es producto de la consolidación de una iniciativa que surge de un grupo de profesionales e

industriales con una amplia experiencia en las áreas de Metalurgia, Ingeniería, Fabricación Instalación y Puesta en marcha de importantes Complejos Industriales, específicamente del sector Aluminio, y su Industria relacionada, establecidos en el mes Marzo del año 2004 en la Ciudad de Puerto Ordaz, UD-321, Manzana 15, Parcelas 5 y 6 que se eligieron como sede para su instalación.

2.3 MISIÓN:

Nuestra misión es contribuir a que nuestros clientes eleven su rendimiento y la calidad de sus productos, mediante el suministro confiable de aleaciones de aluminio que satisfagan sus expectativas y sean acordes a sus procesos. Todo ello de manera que se obtenga una rentabilidad que fortalezca nuestra viabilidad, promueva nuestro crecimiento, proporcione mayor bienestar al personal, contribuya al desarrollo social y aporte atractivos retornos a la inversión de nuestros accionistas.

2.4 VISIÓN:

Ser un competitivo y confiable productor y proveedor de aleaciones de aluminio, según estándares de clase mundial. Con proveedores confiables, personal, clientes y accionistas satisfechos. Con seguridad, y apego a la normativa ambiental.

2.5 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación específica de la planta es en el sector UD 321, manzana 15, parcela 5 y 6. Puerto Ordaz-Estado Bolívar, Venezuela. Esta ha sido racionalmente concebida tomando en cuenta el pujante crecimiento de la zona de Guayana; esto permite aprovechar los recursos existentes en esta región y las ventajas que surgen de una favorable cercanía a las grandes empresas nacionales reductoras de aluminio: ALCASA y VENALUM, y a las futuras plantas reductoras próximas a instalarse en la zona.

2.6 DIMENSIONES DE LA PLANTA

Tomando en cuenta las necesidades de espacio, que permitan un ambiente adecuado para el personal y un excelente desenvolvimiento del proceso productivo, la empresa cuenta con una superficie total de 8.604,50 m², de los cuales 2.210 m² corresponden al área de producción y el restante (6.394,5 m²) es ocupado por áreas de oficina tanto administrativas como de producción, áreas de circulación, el área de los equipos auxiliares y las áreas verdes (6.394,50 m²).

2.7 MERCADO

Alloys Metals C.A., tomando en consideración las perspectivas que se presentan a corto, mediano y largo plazo, en el área de reciclaje del aluminio y la industria del aluminio primario instalada en el país y los futuros proyectos por desarrollarse, a incursionado en este sector de la industria integrándose a la cadena de desarrollo aguas abajo manufacturando productos de valor agregado, ya que cuenta con los recursos tecnológicos y humanos que le han permitido competir en este importante segmento de mercado. En poco tiempo de operación, Alloys Metals ha logrado incursionar en el mercado nacional e internacional (hasta el momento en latino América), con la elaboración de productos de calidad con posicionamiento competitivo. Para el cierre del año 2005 un 69% de los productos fueron destinados al mercado internacional, en tanto que el 31% restante al mercado nacional.

2.7.1 MERCADO NACIONAL

El mercado nacional se extiende hacia la pequeña y mediana industria del sector mecánico, mecánico-industrial, eléctrico y automotriz, ubicadas en su mayoría en la zona centro-occidental del país. Se incluye, además, entre sus clientes al sector siderúrgico, en el que se encuentra el complejo siderúrgico SIDOR.

2.7.2 MERCADO INTERNACIONAL

El mercado internacional, hasta el momento, está dirigido hacia países de América del Sur, como lo son: Ecuador y Colombia, principales clientes consumidores de alambón de grado eléctrico, Brasil quien adquiere aleaciones de aluminio y mayormente alambón de grado eléctrico, y México.

2.8 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y PRODUCTOS DE ALLOYS METALS C.A

La tecnología a ser usada en esta planta para la obtención de lingotes aleados de fundición y alambón ha sido adquirida en el país e Italia. En términos generales es un proceso que consiste en la recepción, manejo, selección, clasificación (en los patios) de la materia prima, luego bajo un estricto control de proceso químico-físico realizar a través de la fusión en los distintos tipos de hornos de fusión, y en retención-fusión, combinando esta materia prima con ciertos elementos aleantes pasando luego a los procesos de desgasificación y filtrado y dar forma de a) lingotes al producto final en máquinas lingoteras y b) alambón de 9mm de diámetro , para su despacho final. (Ver figura 2.1 y 2.2)

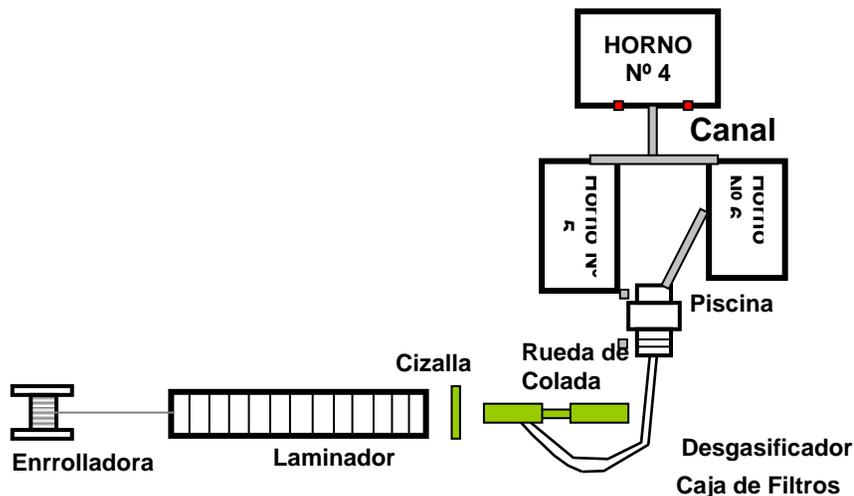


Figura 2.1: Diagrama de Producción de Alambón

Fuente: Puntos de Control de la Producción en la empresa

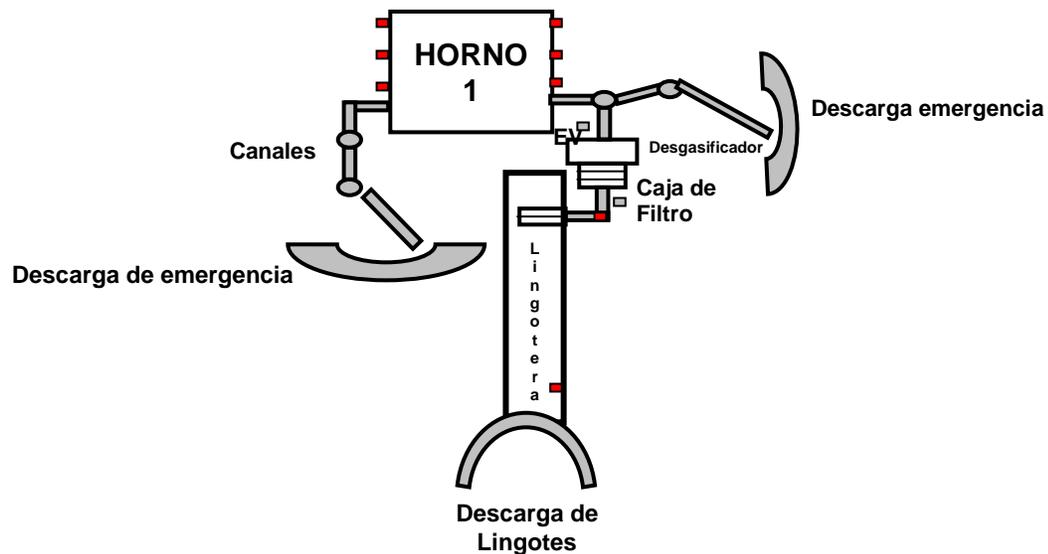


Figura 2.2: Diagrama de Producción de Lingotes
Fuente: Puntos de Control de la producción de la empresa

2.8.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO: LINGOTES ALEADOS PARA REFUSIÓN

El proceso productivo se inicia en el Horno Fusor con la fusión de la materia prima, aluminio primario en forma de lingotes. Una vez fundido el metal, se prepara la aleación requerida mediante la adición de los aleantes que correspondan, en proporciones adecuadas. Luego se adicionan los fundentes de superficie y se retira la escoria formada en el horno. Una vez cumplido los pasos anteriores, se procede a la colada permitiendo la salida del aluminio aleado a través de los canales, para ser desgasificado y filtrado antes de pasar a la línea lingotera, en donde se solidifica en forma de lingotes. Luego de su etapa de enfriamiento, son empacados, pesados y etiquetados para su despacho.

2.9 PRODUCTOS

2.9.1 LINGOTES ALEADOS

- Lingotes de Fundición de Aluminio Aleado.
- Uso: Insumo en la fabricación de partes y piezas de aluminio destinadas a la industria automotriz, eléctrica, construcción y manufactura de artículos del hogar.

- Presentación: Lingotes de 10Kg. \pm 0,5Kg y 450 \pm 10 Kg.
- Tipo de Aleaciones: A332.1; A380.0; A356.1; A356.2, A1350, A319.0; A384.0; A413.0; A413.1, A413.2, A8011, A6201, DEOX. A1060. (Ver figura 2.3)

2.9.2 ALAMBRÓN

- Alambrón de aluminio
- Uso: sector eléctrico y mecánico.
- Presentación: bobinas de 2 Ton. \pm 100 Kg.
- Tipo de aleación: A1350, A6201, A1100 y DEOX. (ver figura 2.3)



Figura 2.3 Productos de la Empresa (a la izquierda Bobina de Alambrón. A la derecha Lingotes A1060, al fondo: organizados en bultos)

Fuente: Elaboración Propia

2.10 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

La empresa está dividida en cinco departamentos que indican las relaciones en orden jerárquico y las interrelaciones de cada una de ellas. A continuación se describen cada uno de los cargos de la estructura organizativa de Alloys Metals, C.A:

Junta Directiva: Ente administrativo encargado de suministrar información a los accionistas de la empresa en cuanto a las actividades puestas en marcha, así como también el establecimiento de lineamientos y políticas generales que han de ser cumplidas dentro de la misma.

Gerente General: Ejerce la representación legal y hace cumplir los lineamientos establecidos por la junta directiva de la empresa.

Asesor Legal: Tiene como responsabilidad velar por el cumplimiento de la normativa legal, facilitar el desarrollo de normas y procedimientos que orienten a las unidades de negocio hacia el autocontrol de gestión de los activos de la empresa.

Coordinación de Ventas y Cobranza: Su finalidad es satisfacer las necesidades de los clientes así como las economías de la empresa y recuperar el crédito otorgado y el precio de los productos y o servicios que fueron proporcionados a los clientes mediante el uso de sus créditos.

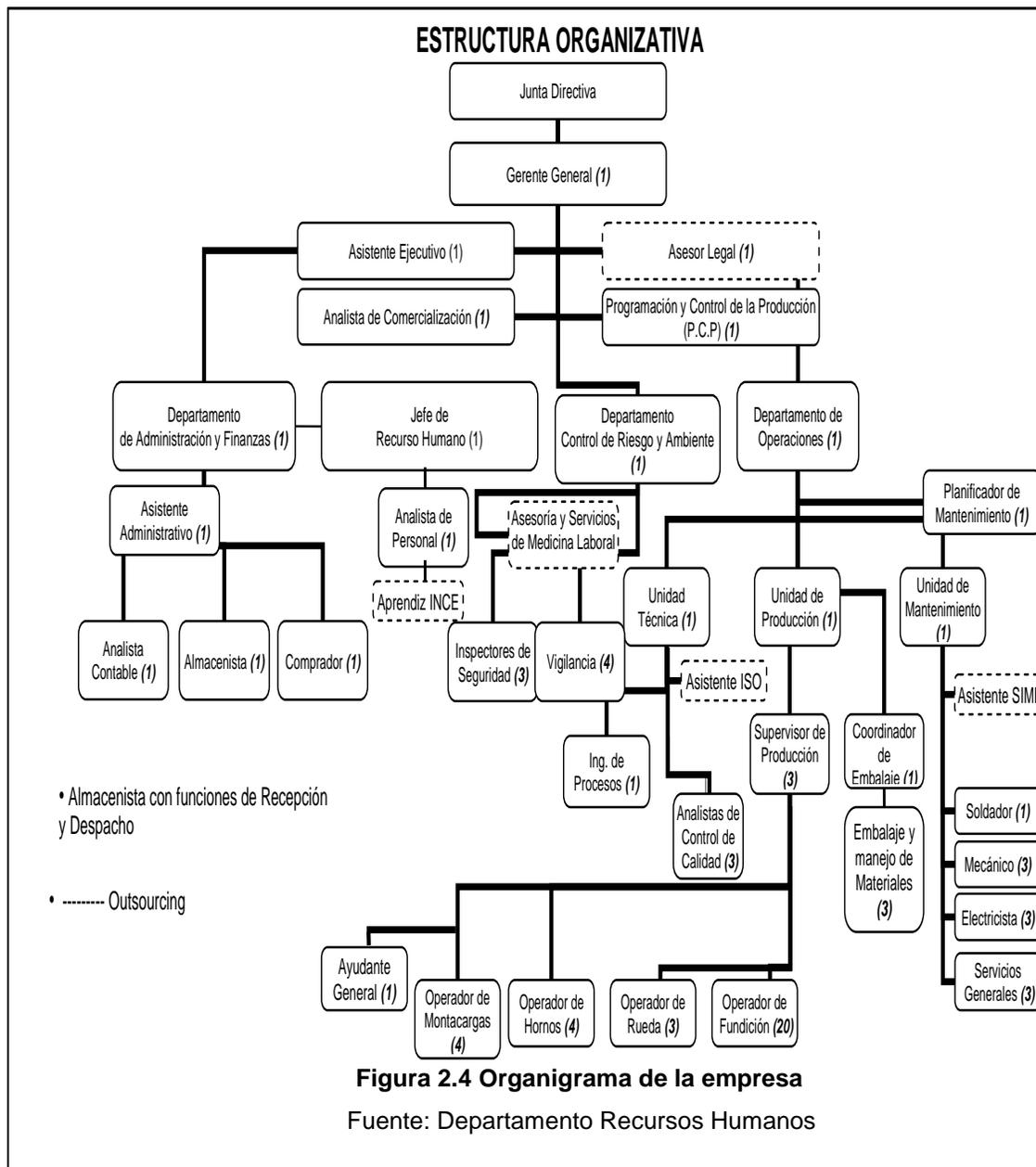
Departamento de Administración y Finanzas: Evalúa y aprueba en conjunto, los cambios propuestos para los efectos de administración de personal de la adscripción, coordina los planes de desarrollo y capacitación del personal adscrito. Además se encarga de las actividades de inversión y manejo de los recursos económicos con otros entes financieros u otras instituciones con las cuales la empresa se relaciona financieramente.

Departamento de Logística: Debe garantizar el suministro de bienes y servicios tanto a las áreas administrativas como a las operativas.

Departamento de Operaciones: Alcanza el nivel óptimo de la productividad respondiendo a las exigencias del mercado, de acuerdo a la capacidad de planta y las normas de calidad establecidas.

Departamento de Gestión Integral de Riesgo y Ambiente: Tiene por objeto eliminar o reducir los riesgos de los trabajadores, minimizando las causas de los accidentes y de las enfermedades Profesionales, al igual que mantener el compromiso de asegurar la protección del medio ambiente.

A continuación se presenta el organigrama general de organización de Alloys Metals, C.A (ver figura N° 2.4)



CAPÍTULO III

MARCO TEORICO

El presente capítulo tiene como finalidad definir todas las bases teóricas necesarias para el logro de la realización de la investigación.

3.1 INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería se refiere principalmente a la aplicación de métodos analíticos, de los principios de las ciencias físicas y sociales y del proceso creativo, al problema de convertir las materias primas y otros recursos en formas que satisfagan las necesidades de la humanidad.

La ingeniería de métodos, es un conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones a un examen minucioso, con vista a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permita que éste sea hecho en el menor tiempo con una inversión productiva. También, puede definirse como una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y en consecuencia reducir el costo por unidad. El objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

3.2 ESTUDIO DE MÉTODOS

En cualquier sistema organizacional se habla, de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello, el trabajo representa la dinámica de la empresa, ya que ésta presenta un factor primordial para aumentar su productividad. Por ello comenzaremos definiendo lo que es el trabajo.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser los más eficientes, es por ellos que el Estudio del Trabajo nos presenta varias técnicas para aumentar la productividad.

Se entiende por ESTUDIO DEL TRABAJO, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

- *Estudio de tiempos:* Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.
- *Estudio de movimientos:* Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles, estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

Por otro lado tenemos que la O.I.T (Oficina Internacional de Trabajo), aplica dos técnicas para llevar a cabo el Estudio del Trabajo como se observa en la siguiente figura, éstas son:

El estudio de métodos que es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

La medición del trabajo, es la aplicación de las técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado, en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Para realizar este estudio, es necesario aplicar las ocho etapas que contiene el procedimiento básico para el estudio del trabajo, las cuales son:

- 1) **Seleccionar** el trabajo o proceso a estudiar.
- 2) **Registrar** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado, las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- 3) **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados.
- 4) **Establecer** el método más económico, tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
- 5) **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método, en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo estándar.
- 6) **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
- 7) **Implantar** el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado.
- 8) **Controlar** la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere su análisis.

En cualquier industria se presenta o presentará el problema de determinar un método más factible y preferible para realizar el trabajo y esto se debe a la propia necesidad de perfeccionamiento de los métodos de trabajo, influidos por la nueva tecnología, la demanda, los procesos económicos y por ello, debe emplearse algún procedimiento para diseñar el trabajo y determinar la cantidad de tiempo necesario para realizarlo. Este método, lo presenta el Estudio del Trabajo, para aumentar la efectividad y eficiencia en los procesos de la empresa, generando una mayor utilidad y rentabilidad del negocio.

3.3 DIAGRAMAS

Se conocen como representaciones gráficas de todas las actividades inherentes al proceso; estos permiten obtener una observación óptima de la relación entre las operaciones, así como también de los pequeños y grandes detalles que se logran de la observación directa dependiendo del proceso en estudio.

Cuando se trabaja en el diseño de un puesto de trabajo o de mejorar uno existente, los diagramas son una excelente herramienta para el analista de Métodos, ya que presentan de manera sencilla, clara y lógica la información actual de los hechos que tienen que ver con el proceso, por lo que se deben tomar en cuenta si se quiere hacer un mejor trabajo en un menor tiempo.

Debido a la gran utilidad de estos diagramas se ha estandarizado una variedad de ellos, entre los cuales se tiene:

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Proceso.

- Diagrama de Flujo y/o Recorrido.
- Diagrama Hombre-Máquina.
- Diagrama Bimanual.

La forma utilizada para describir las actividades dentro de los diagramas, se basa en una serie de símbolos que indican por ejemplo: todas aquellas etapas por la que pasa el material, los pasos dados por el operario de una estación a otra, así como también las distancia que recorre, las operaciones por maquinaria utilizada, entre otras; dependiendo del diagrama utilizado.

Actualmente los símbolos que más se usan a nivel empresarial son los siguientes:

| <i>Símbolo</i> | <i>Evento</i> | <i>Características</i> |
|---|---------------|---|
|  | Operación | Modificación intencional que se le hace a un objeto. |
|  | Inspección | Verificación de calidad y/o cantidad. |
|  | Transporte | Indica movimiento de los trabajadores, equipos o material de un lugar a otro. |
|  | Demora | Ocurre cuando existen retrasos o pérdidas de tiempo (evitable o inevitable). |
|  | Almacenaje | Tiene lugar cuando un objeto se mantiene o protege contra un traslado no autorizado, puede ser temporal o permanente. |
|  | Combinado | Indica actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo. |

Tabla 3.1 Símbolos de Diagramas de Proceso

Fuente: NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial, Estudio De Tiempos Y Movimientos.

3.3.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES

Muestran la secuencia lógica de todas las operaciones del puesto de trabajo, taller, máquinas o áreas en estudio, así como las inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala las entradas de todos los componentes y subconjuntos al ensamblaje con el conjunto principal, se aprecian detalles generales de la fabricación.

3.3.2 DIAGRAMA DE PROCESO

Un diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo

tanto, es práctico utilizar sólo formularios impresos que faciliten escribir la información de identificación.

Los diagramas del proceso de la operación se hacen sobre papel blanco, de tamaño suficiente para este propósito.

3.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo es la forma más tradicional de especificar los detalles de un proceso y constituye la representación gráfica de un proceso multifactorial. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales, pasando también a partir de estas disciplinas a formar parte fundamental de otras, como la psicología cognitiva; estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Para poder hacer comprensibles los diagramas a todas las personas, los símbolos se someten a una normalización; es decir, se hicieron símbolos casi universales, ya que, en un principio cada usuario podría tener sus propios símbolos para representar sus procesos en forma de Diagrama de flujo. Esto trajo como consecuencia, que sólo aquel que conocía sus símbolos, los podía interpretar. La simbología utilizada para la elaboración de diagramas de flujo es variable y debe ajustarse a un patrón definido previamente.

En teoría, no es necesario usar un tipo especial de símbolos para crear un diagrama de flujo, pero existen algunos ampliamente utilizados por lo que es adecuado conocerlos y utilizarlos, ampliando así las posibilidades de crear un diagrama más claro y comprensible para crear un proceso lógico y con opciones múltiples adecuadas. Se utilizan los símbolos indicados a continuación, estandarizados según la norma ISO 5807:

- Flecha. Indica el sentido y trayectoria del proceso de información o tarea.
- Rectángulo. Se usa para representar un evento o proceso determinado. Éste es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra. Es el símbolo más comúnmente utilizado. Se usa para

representar un evento que ocurre de forma automática y del cual generalmente se sigue una secuencia determinada.

- Rombo. Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple. El rombo además especifica que hay una bifurcación.
- Círculo. Representa un punto de conexión entre procesos. Se utiliza cuando es necesario dividir un diagrama de flujo en varias partes, por ejemplo por razones de espacio o simplicidad. Una referencia debe darse dentro para distinguirlo de otros. La mayoría de las veces se utilizan números en los mismos.

Existen además un sin fin de formas especiales para denotar las entradas, las salidas, los almacenamientos, etcétera.

De acuerdo al estándar ISO, los símbolos e incluso las flechas deben tener ciertas características para permanecer dentro de sus lineamientos y ser considerados sintácticamente correctos. En el caso del círculo de conexión, se debe procurar usarlo sólo cuando se conecta con un proceso contenido dentro de la misma hoja.

Existen también conectores de página, que asemejan a una "*rectángulo oblicuo*" y se utilizan para unir actividades que se encuentran en otra hoja.

En los diagramas de flujo se presuponen los siguientes aspectos:

- Existe siempre un camino que permite llegar a una solución (finalización del algoritmo).
- Existe un único inicio del proceso.

- Existe un único punto de fin para el proceso de flujo (salvo del rombo que indica una comparación con dos caminos posibles).

3.3.4 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido es un plano de la fábrica o taller, aproximada a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y los puestos de trabajo. A partir de la observación directa se realizan los movimientos del producto, material, equipo o componente, se emplean en cierto caso los símbolos para identificar las actividades que se realiza en cada puesto. Es una representación planimétrica (LAYOUT) de la distribución de las zonas y edificios éste debe tener correspondencia con las actividades del diagrama de proceso, indicando con una flecha el sentido del flujo.

La característica más importante de este diagrama es la representación del plano del área estudiada, hecha a escala con sus maquinas y áreas de trabajo, guardando correcta relación entre sí. Es un complemento útil del diagrama de proceso.

En este diagrama de flujo se trazan trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos u operarios; basados en las observaciones hecha en el la planta, usando algunas veces los símbolos del diagrama de proceso para identificar las actividades que se realizan en las diversas etapas a estudiar.

3.3.5 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO:

El Diagrama de causa y Efecto (o Espina de Pescado), es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

Construido con la apariencia de una espina de pescado, esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1953, en Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica, cuando discutían problemas de calidad. Es usado para:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones - muchas veces - sencillas y baratas.
- Educa sobre la comprensión de un problema.
- Sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no sólo al final, sino durante cada etapa del proceso.

Para su construcción, se tienen en cuenta los siguientes pasos:

- Establezca claramente el problema (efecto) que va a ser analizado
- Diseñe una flecha horizontal apuntando a la derecha y escriba el problema al interior de un rectángulo localizado en la punta de la flecha.
- Haga una "*Lluvia de ideas*" para identificar el mayor número posible de causas que pueda estar contribuyendo para generar el problema, preguntando "¿Por qué está sucediendo?".
- Agrupe las causas en categorías. Una forma muy utilizada de agrupamiento es la *4M*: *máquina, mano de obra, método y materiales*.

- Para comprender mejor el problema, busque las subcausas o haga otros diagramas de causa y efecto para cada una de las causas encontradas.
- Escriba cada categoría dentro de los rectángulos paralelos a la flecha principal. Los rectángulos quedarán entonces, unidos por líneas inclinadas que convergen hacia la flecha principal. Se pueden añadir las causas y subcausas de cada categoría a lo largo de su línea inclinada, si es necesario.

3.4 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)

Los ATS ayudan a reducir los peligros del trabajo mediante el estudio de cualquier tarea o trabajo para desarrollar la manera más segura y efectiva para desarrollarla.

El proceso de ATS puede aplicarse a todas las tareas o procesos claves, y se desarrolla del siguiente modo:

- Definir los pasos principales del trabajo o tarea,
- Identificar los peligros asociados con cada paso,
- Desarrollar procedimientos de trabajo seguro que eliminarán o reducirán al mínimo los peligros identificados.
- Como medida proactiva, el ATS identifica y elimina las posibles pérdidas, asegurándose que se cuente con procedimientos para diseñar, construir, mantener y operar instalaciones y equipos de manera segura. Actualizar y mejorar continuamente los ATS, informando a los empleados y contratistas, para que los entiendan y los cumplan, mantendrá la efectividad de la herramienta.

3.4.1 SELECCIONAR UN TRABAJO PARA ANÁLISIS

- Se deben desarrollar ATS para todos los procesos significativos y deben ponerse a disposición de todos los empleados. La decisión de desarrollo de un ATS se origina en la iniciativa de un empleado o de un análisis orientado a las estadísticas.

Cuando el empleado que desarrolla una AES encuentra que los procedimientos actuales no son adecuados para ejecutar el trabajo con seguridad, se debe usar un ATS para desarrollar una alternativa adecuada. Todo trabajador debe recordar que debe desarrollar un ATS antes de operar cualquier equipo instalado recientemente o cuando se implantan procedimientos nuevos en equipos existentes.

Las observaciones e investigaciones también pueden ayudar a identificar la necesidad de actualizar o desarrollar ATS. Los procesos que deben tratarse primero son lo que tienen una tasa mayor, o probabilidad mayor, de lesiones, enfermedades u otros incidentes.

3.4.2 MIEMBROS DEL EQUIPO DE DESARROLLO DE ATS

Los miembros que se quieran escoger para el equipo de desarrollo de un ATS deben estar familiarizados con el proceso y entender las técnicas básicas de análisis de peligros. Es importante que participen los individuos que desempeñan la tarea.

3.4.3 DESARROLLO DEL ATS

El equipo debe usar la lista del anverso de la forma de ATS (ver anexo) para identificar los posibles problemas de seguridad/ salud/ ambiente asociados con el trabajo. Después, cuando sea posible, observar el trabajo, como base del análisis.

Si los miembros del equipo de desarrollo de ATS, quieren revisar ATS de otras instalaciones, deben consultar al Coordinador de *Alerta!* (LPS). El Coordinador de *Alerta!* (LPS) tendrá la responsabilidad de consultar con otras instalaciones para determinar si tienen ATS relevantes.

3.4.3.1 DESGLOSAR EL TRABAJO

El primer paso para desarrollar un ATS es listar cada paso del trabajo en orden de ocurrencia. Para registrar estos pasos se usa la columna de la izquierda (reverso de la forma de ATS)

3.4.3.2 IDENTIFICAR LOS PELIGROS

El siguiente paso consiste en examinar cada paso para determinar los peligros que puede haber o pueden desarrollarse. La manera más fácil de hacerlo es preguntarse "¿Qué podría ir mal?" En este paso, los peligros potenciales identificados en el anverso de la forma proporcionan una referencia excelente, aunque no se pueden considerar como una "lista completa." La lista de los peligros se escribe en la columna central, al lado de cada paso.

3.4.3.3 ACCIONES DE CONTROL

Después de que se haya escrito cada peligro, o posibilidad de peligro, y que haya sido revisado con el empleado que ejecuta el trabajo, se debe determinar si se pueden eliminar los peligros haciendo el trabajo de otra manera, con medidas como combinar pasos, cambiar la secuencia, adoptar equipo de seguridad y/u otras medidas preventivas. Si se determina que se pueden hacer pasos mejores o se pueden implantar cambios físicos (por ejemplo, cambiar las herramientas, adoptar equipo de protección personal, etc.) escriba cada recomendación en la columna de la derecha de la forma de ATS. Asegúrese que todas las recomendaciones sean tan específicas como sea posible.

3.5 ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una técnica de medición de trabajo, para registrar los tiempos y el ritmo de trabajo para los elementos de una tarea específica realizada bajo condiciones determinadas, y para analizar los datos y así, determinar el tiempo necesario para desempeñar la tarea a un nivel definido de rendimiento.

3.5.1 REQUISITOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de comprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse, se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

3.5.2 EQUIPOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Se observará que el equipo necesario para el estudio de tiempos o medición del trabajo, no es tan elaborado ni tan costoso como el que se requiere para el estudio de micro movimientos. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado.

3.5.2.1 CRONÓMETROS

Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente, la mayoría de los cuales se hallan comprendidos en algunas de las clasificaciones siguientes:

- Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)

- Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min.)
- Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
- Cronómetro electrónico

El cronómetro decimal de minutos con 100 divisiones y cada una de ellas corresponden a 0.01 de minuto.

El cronómetro decimal de minutos tiende a ser el favorito de los analistas de tiempos por la facilidad con que se lee y registra. Al registrar las medidas de tiempo, el trabajo del analista se simplifica porque las lecturas elementales se hacen en centésimos de minuto, eliminando los ceros que hay que anotar cuando se usa el cronómetro decimal de hora, el cual se lee en diezmilésimos de hora. El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min., es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min.

El cronómetro electrónico permita estudios acumulativos y de regreso rápido; en ambos casos puede ser registrada una lectura digital detenida. Cuando está en el modo acumulativo, el cronómetro acumula el tiempo y muestra el transcurrido desde el comienzo del primer evento. Al término de cada elemento, presionando otra vez el botón de lectura, se presenta una lectura detenida del tiempo total acumulado hasta ese momento.

3.5.3 ANÁLISIS DE MATERIALES Y MÉTODOS

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecte al método. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deberá estar indicada, ilustrando así el patrón de movimientos utilizado en la ejecución de elementos sucesivos.

Inmediatamente debajo de la presentación gráfica suele dejarse un espacio para un diagrama de proceso de operario. En trabajos de gran

actividad se recomienda terminar este diagrama antes de que se empiecen a medir los tiempos. Una vez terminado este diagrama para la mano derecha y la izquierda, el analista podrá identificar el método estudiado y observar las oportunidades de mejorarlo. Se facilitará así la división del estudio en sus elementos básicos, y el analista podrá adquirir una mejor idea de la habilidad con que se ejecuta.

El valor de identificar plenamente el método en estudio es inapreciable. Como la empresa garantiza por lo general un estándar por el tiempo que el método estudiado está vigente, es necesario que tal método sea conocido perfectamente. Cambio mayores de los métodos, se hacen frecuentemente sin dar aviso al departamento de estudio de tiempos, como cambiar el trabajo a otra máquina, aumentar o disminuir alimentaciones o velocidades, o utilizar diferentes herramientas de corte. Por supuesto, cambios de esta naturaleza afectan seriamente la validez del estándar original. A menudo, la primera vez que se entera el departamento es cuando ha habido una reclamación en el sentido de que una tasa es muy ajustada o estrecha, o cuando el departamento de costos se queja acerca de un estándar holgado operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le mostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Cuando se usan máquinas-herramientas hay que especificar: nombre, tamaño, modelo, capacidad y número de serie o de inventario. Las herramientas de corte deben ser descritas por completo. Los datos, plantillas, calibradores y dispositivos de sujeción se identifican con su número y una breve descripción.

Hay varias razones para tomar nota sobre 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. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores, es lógico que el factor de tolerancia debiera aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinado en la actuación normal del operario.

. La investigación revelará que un cambio de método habrá sido la causa de un estándar no equitativo. Con objeto de conocer que porciones del trabajo deberán ser re-estudiadas, el analista deberá 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 con que cuenta el analista es dejar la tasa tal como está mientras dure este trabajo, o bien, cambiar el método de nuevo y estudiar inmediatamente el trabajo.

3.5.4 REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA

Debe anotarse toda 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

3.5.5 DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de Therbligs conocidos como 'elementos'. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min.), el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en parte lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se

sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min., son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentados. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

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 del trabajo que termine con un sonido o movimiento distinto. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares. Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

- Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
- Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
- No combinar constantes con variables.
- Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
- Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

3.5.6 TOMA DE TIEMPOS

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se ven las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

El uso del método vuelta a cero consiste en leer a la terminación de cada elemento partiendo de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronometro, al finalizar este elemento y se devuelve a cero otra vez. Se repite el procedimiento en todo el estudio.

Este método presenta ciertas ventajas como:

- Se tiene directamente el tiempo del elemento.
- Se comprueba estabilidad del operario.

Al comenzar el estudio el analista debe avisar al operario que lo va a hacer, y darle a conocer también la hora exacta del día en que empezará, de modo que el operario pueda verificar el tiempo total.

Debe anotarse en la forma impresa la hora en que inició el estudio, inmediatamente antes de poner en marcha el cronómetro.

La técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

- Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
- Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos.
- No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.
- No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.

3.5.6.1 REGISTRO DEL TIEMPO DE CADA ELEMENTO

Al anotar las lecturas del cronómetro, el analista registra solamente los dígitos o cifras necesarios y omite el punto decimal, teniendo así el mayor tiempo posible para observar la actuación del operario.

3.5.6.2 DIFICULTADES ENCONTRADAS

El observador, durante el estudio efectuado, encontrará variaciones en la sucesión de los elementos que estableció originalmente y, en ocasiones, a

él mismo le pasarán inadvertidos algunos puntos terminales específicos. Estas dificultades tienden a complicar el estudio, por lo que cuantas menos ocurran tanto más fáciles será su cálculo.

Cuando al observador se le escape hacer una lectura, inmediatamente deberá indicarlo en la forma impresa. En ningún caso deberá hacer una aproximación y tratar de anotar el valor omitido, porque esta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico. Si el elemento fuera usado como fuente de datos estándares podrían resultar discrepancias apreciables en estándares futuros. El observador estará constantemente alerta para ver la posibilidad de encontrar mejores formas de ejecutar los elementos; tan pronto como vengan las ideas a su mente, las registrará en forma breve en la forma impresa para su estudio posterior y posible desarrollo.

Durante un estudio de tiempos un operario quizá encuentre retrasos inevitables como la interrupción ocasionada por un empleado de oficina, por el supervisor o por una herramienta que se rompe. Más aún, el operario puede ocasionar intencionalmente un cambio en el orden para ir a tomar agua o tomar un descanso. A esta clase de interrupciones se les llama 'elementos extraños'.

Estos elementos pueden ocurrir en el punto Terminal o durante el desarrollo de un elemento. La mayoría de los elementos extraños, principalmente si son controlados por el operario, se producen en la terminación de uno de los elementos que constituyen el estudio. Cuando un elemento extraño se presenta durante la realización de un elemento, el observador denotará el evento en la forma impresa. La investigación revela algunas veces que elementos que se tratarían como extraños, tienen una relación definida con el trabajo que está siendo estudiado. En tales casos, los elementos deberán considerarse como irregulares, y el tiempo transcurrido

debe ser nivelado, añadiéndose la tolerancia, y prorrateándose el resultado adecuadamente en el tiempo del ciclo para lograr un estándar correcto.

3.5.6.3 NÚMERO DE CICLOS A ESTUDIAR

Uno de los temas que ha ocasionado considerables discusiones entre los analistas de tiempos y los representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llegar a un estándar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos que deben estudiarse desde el punto de vista económico, no es posible apoyarse totalmente en la práctica estadística que requiere un cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas de elementos individuales.

La General Electric C.A. estableció una tabla como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse. La Westinghouse Electric CA., tomó en consideración tanto la actividad como el tiempo del ciclo, e ideó unos valores en una tabla como guía para sus analistas de tiempos.

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (\bar{X}) tomado de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la media de la población ν . La varianza de \bar{X} con respecto a la media de la población ν es igual a $\frac{\sigma^2}{n}$.

Donde n es el tamaño de la muestra y σ^2 , la varianza de la población. La teoría de la curva normal da la siguiente expresión para el intervalo de confianza: $\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

La desviación estándar puede ser estimada mediante la desviación estándar de la muestra, s .

Donde:
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Quando se estima σ de esta manera, se trata con la cantidad $\frac{\bar{x} - \nu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$.

Si la exactitud calculada en la forma anterior no es satisfactoria, es posible determinar N, el número requerido de lecturas para una exactitud

dada, igualando $\frac{ts}{\sqrt{n}}$ a un porcentaje de \bar{X} :
$$N = \left(\frac{st}{kx}\right)^2$$

3.5.6.4 TIEMPO ESTÁNDAR.

El uso de tiempos estándar también involucra el concepto de banco de datos, pero los datos comprenden clases más grandes de movimiento que los tiempos predeterminados. Por ejemplo, un sistema de tiempos estándar puede contener datos sobre el tiempo requerido para perforar agujeros de varios tamaños en ciertos materiales. Cuando se requiere un estándar para una operación de perforación, los tiempos estándar se utilizan para estimar el de un mueble posiblemente podría basarse en el número de pies cuadrados de superficie. En un grupo de secretarías, el tiempo que se requiere para mecanografiar una carta, podría estar relacionado al número de palabras en la carta más un tiempo fijo para los bloques del encabezado y la firma. Utilizando relaciones de este tipo para establecer estándares, se puede ahorrar una gran cantidad de esfuerzo.

Los sistemas estándar tienen algunas de las mismas ventajas que los datos predeterminados de tiempo. No requieren de un cronómetro; los datos se pueden utilizar para estudiar nuevas operaciones; y la exactitud se puede asegurar mediante el uso continuo y el refinamiento de los datos.

3.5.6.5 CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DEL OPERARIO

Antes de que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de

trabajo repetitivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio.

En el sistema de calificación de la actuación, el analista evalúa la eficiencia del trabajador en términos de su concepto de un operario 'normal' que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al operario observado. Un operario 'normal' se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. El trabajador normal sólo existe en la mente del analista, y el concepto es el resultado de un exigente entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos.

tiempo requerido. Con tiempos estándar no es necesario medir cada tipo diferente de trabajo de perforación, se incluyen únicamente un conjunto estándar de operaciones de perforación en el banco de datos y se proporcionan fórmulas o gráficas para realizar aproximaciones de otras condiciones. Los tiempos estándar, se derivan ya sea de datos de cronómetros o de datos predeterminados de tiempo. El uso de los tiempos estándar es bastante popular para la medición de la mano de obra directa. Esto se debe a que se puede derivar un gran número de estándares de un conjunto pequeño de datos estándar.

Los sistemas de tiempos estándar son útiles cuando existe un gran número de operaciones repetitivas que son bastante similares. Por ejemplo en una fábrica de muebles, el tiempo que se requiere para barnizar una pieza

3.5.6.6 CALIFICACIÓN POR VELOCIDAD

Cuando se realiza un estudio de tiempos, es necesario efectuarlo con trabajadores calificados, ya que por medio de estos los tiempos obtenidos serán confiables y consistentes.

El trabajador calificado es aquel que reconoce que tiene las actitudes físicas necesarias, que posee la inteligencia requerida e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios, para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

La calificación por velocidad es un método de evaluación de la actuación, en el que sólo se considera la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). En este método el observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo, y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal. Es necesario que el observador tenga un conocimiento pleno del trabajo antes de evaluarlo.

Al calificar por velocidad, 100 % generalmente se considera ritmo normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el operario actúa a una velocidad 10 % mayor que la normal, y una calificación del 90 %, significa que actúa con una velocidad de 90 % de la normal.

3.5.6.7 SISTEMA WESTINGHOUSE

En este método se considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal revelada por la propia coordinación de la mente y las manos.

Cabe resaltar que en sentido estricto, la habilidad se concibe como la eficiencia en seguir un método dado, existiendo seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable.

El esfuerzo se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El empeño representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y que puede ser controlado en alto grado por el operario.

Las condiciones a que se han hecho referencia en este procedimiento de actuación son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio, cuando las condiciones se evalúan en comparación con la norma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.

La consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

3.5.6.8 TIEMPO NORMAL

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

3.5.6.9 TOLERANCIAS

Después de haber calculado el tiempo normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero tiempo estándar, esto consiste en la adición de un suplemento o margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

- 1. el individuo (fatiga)
 - 2. la naturaleza del trabajo(NP)
 - 3. el medio ambiente
- } áreas

Tipos de tolerancias:

- almuerzo
- merienda
- necesidades personales
- retrasos evitables/inevitables
- adicionales/extras (especiales)
- orden y limpieza
- tiempo total del ciclo
- fatiga

3.5.6.10 FATIGA

Sentimiento de cansancio dado por el cambio fisiológico en el cambio humano, disminuyendo así la capacidad para trabajar. Tiene un componente físico y otro psicológico o una combinación.

Factores de la fatiga:

- Condiciones de trabajo
- Estado general del trabajador
- Repetitividad del trabajo

3.6 CALIDAD:

El significado de esta palabra puede adquirir múltiples interpretaciones, ya que todo dependerá del nivel de satisfacción o conformidad del cliente. Sin embargo, la calidad es el resultado de un esfuerzo arduo, se trabaja de forma eficaz para poder satisfacer el deseo del consumidor. Dependiendo de la forma en que un producto o servicio sea aceptado o rechazado por los clientes, podremos decir si éste es bueno o malo. En general, es la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas implícitas.

Otras definiciones de calidad pueden ser:

- ✓ *En base a la Mercadotecnia.* La calidad significa el cumplimiento de los estándares y el hacerlo bien desde la primera vez.
- ✓ *En base al Producto.* Se define la calidad como una variable precisa y mensurable.

3.6.1 La calidad afecta a una empresa de cuatro maneras:

I) *Costos y Participación en el mercado:* Una calidad mejorada puede conducir a una mayor participación en el mercado y ahorro en el costo. Se ha demostrado que las compañías con más alta calidad son las más productivas. Cuando se consideran los costos, se ha determinado que estos son mínimos cuando el 100% de los bienes o servicios se encuentran perfectos y libres de defectos.

II) *La Reputación de la Compañía:* Una empresa que desarrolla una baja calidad tiene que trabajar el doble para desprenderse de esta imagen cuando llega la disyuntiva de mejorar.

III) *Responsabilidad del Producto:* Las organizaciones que diseñan productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizados por daños o lesiones que resulten de su uso.

IV) *Implicaciones Internacionales:* En esta tecnología la calidad es un asunto internacional; tanto para una compañía como para un país, en la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben de cumplir con las expectativas de calidad y precio. Los productos inferiores dañan a la empresa y a las naciones, tanto en forma interna como en el extranjero.

3.7 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS:

3.7.1 DEFINICIÓN

Un manual de procedimientos es el documento que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las

funciones de una unidad administrativa, o de dos o más de ellas. El manual incluye además los puestos o unidades administrativas que intervienen precisando su responsabilidad y participación. Suelen contener información y ejemplos de formularios, autorizaciones o documentos necesarios, máquinas o equipo de oficina a utilizar y cualquier otro dato que pueda auxiliar al correcto desarrollo de las actividades dentro de la empresa. En el se encuentra registrada y transmitida sin distorsión la información básica referente al funcionamiento de todas las unidades administrativas, facilita las labores de auditoría, la evaluación y control interno y su vigilancia, la conciencia en los empleados y en sus jefes de que el trabajo se está realizando o no adecuadamente.

3.7.2 UTILIDAD

- ✓ Permite conocer el funcionamiento interno por lo que respecta a descripción de tareas, ubicación, requerimientos y a los puestos responsables de su ejecución.
- ✓ Auxilian en la inducción del puesto y al adiestramiento y capacitación del personal ya que describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- ✓ Sirve para el análisis o revisión de los procedimientos de un sistema. Interviene en la consulta de todo el personal.
- ✓ Para establecer un sistema de información o bien modificar el ya existente.
- ✓ Para uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria.
- ✓ Determina en forma más sencilla las responsabilidades por fallas o errores.

- ✓ Facilita las labores de auditoría, evaluación del control interno y su evaluación.
- ✓ Aumenta la eficiencia de los empleados, indicándoles lo que deben hacer y cómo deben hacerlo.
- ✓ Ayuda a la coordinación de actividades y evitar duplicidades.
- ✓ Construye una base para el análisis posterior del trabajo y el mejoramiento de los sistemas, procedimientos y métodos.

3.7.3 CONFORMACIÓN DEL MANUAL

A) Identificación:

Este documento debe incorporar la siguiente información:

- Logotipo de la organización.
- Nombre oficial de la organización.
- Denominación y extensión. De corresponder a una unidad en particular debe anotarse el nombre de la misma.
- Lugar y fecha de elaboración.
- Número de revisión (en su caso).
- Unidades responsables de su elaboración, revisión y/o autorización.
- Clave de la forma. En primer término, las siglas de la organización, en segundo lugar las siglas de la unidad administrativa donde se utiliza la forma y, por último, el número de la forma. Entre las siglas y el número debe colocarse un guión o diagonal.

B) Índice o Contenido:

Relación de los capítulos y páginas correspondientes que forman parte del documento.

C) Prólogo y/o Introducción:

Exposición sobre el documento, su contenido, objeto, áreas de aplicación e

importancia de su revisión y actualización. Puede incluir un mensaje de la máxima autoridad de las áreas comprendidas en el manual.

D)Objetivos de los Procedimientos:

Explicación del propósito que se pretende cumplir con los procedimientos. Los objetivos son uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria; simplificar la responsabilidad por fallas o errores; facilitar las labores de auditoria; facilitar las labores de auditoria, la evaluación del control interno y su vigilancia; que tanto los empleados como sus jefes conozcan si el trabajo se está realizando adecuadamente; reducir los costos al aumentar la eficiencia general, además de otras ventajas adicionales.

E) Áreas de Aplicación y/o alcance de los Procedimientos:

Esfera de acción que cubren los procedimientos. Dentro de la administración pública federal los procedimientos han sido clasificados, atendiendo al ámbito de aplicación y a sus alcances, en: procedimientos macro administrativos y procedimientos meso administrativos o sectoriales.

F) Responsables:

Unidades administrativas y/o puestos que intervienen en los procedimientos en cualquiera de sus fases.

G) Políticas o normas De Operación:

En esta sección se incluyen los criterios o lineamientos generales de acción que se determinan en forma explícita para facilitar la cobertura de responsabilidad de las distintas instancias que participaban en los procedimientos.

Además deberán contemplarse todas las normas de operación que precisan las situaciones alterativas que pudiesen presentarse en la operación de los procedimientos. A continuación se mencionan algunos lineamientos que deben considerarse en su planteamiento:

- Se definirán perfectamente las políticas y/o normas que circunscriben el marco general de actuación del personal, a efecto de que esté no incurra en fallas.
- Los lineamientos se elaboran clara y concisamente, a fin de que sean comprendidos incluso por personas no familiarizadas con los aspectos administrativos o con el procedimiento mismo.
- Deberán ser lo suficientemente explícitas para evitar la continua consulta a los niveles jerárquicos superiores.

H) Procedimiento (descripción de las operaciones).

Presentación por escrito, en forma narrativa y secuencial, de cada una de las operaciones que se realizan en un procedimiento, explicando en qué consisten, cuándo, cómo, dónde, con qué, y cuánto tiempo se hacen, señalando los responsables de llevarlas a cabo. Cuando la descripción del procedimiento es general, y por lo mismo comprende varias áreas, debe anotarse la unidad administrativa que tiene a su cargo cada operación. Si se trata de una descripción detallada dentro de una unidad administrativa, tiene que indicarse el puesto responsable de cada operación. Es conveniente codificar las operaciones para simplificar su comprensión e identificación, aun en los casos de varias opciones en una misma operación.

I) Formulario de Impresos.

Formas impresas que se utilizan en un procedimiento, las cuales se intercalan dentro del mismo o se adjuntan como apéndices. En la descripción de las operaciones que impliquen su uso, debe hacerse referencia específica de éstas, empleando para ello números indicadores que permitan asociarlas en forma concreta. También se pueden adicionar instructivos para su llenado.

J) Diagramas de Flujo:

Representación gráfica de la sucesión en que se realizan las operaciones de un procedimiento y/o el recorrido de formas o materiales, en donde se muestran las unidades administrativas (procedimiento general), o los puestos

que intervienen (procedimiento detallado), en cada operación descrita. Además, suelen hacer mención del equipo o recursos utilizados en cada caso. Los diagramas representados en forma sencilla y accesible en el manual, brinda una descripción clara de las operaciones, lo que facilita su comprensión. Para este efecto, es aconsejable el empleo de símbolos y/o gráficos simplificados.

K) Glosario de Términos:

Lista de conceptos de carácter técnico relacionados con el contenido y técnicas de elaboración de los manuales de procedimientos, que sirven de apoyo para su uso o consulta. Procedimiento general para la elaboración de manuales administrativos.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se mostrará el tipo de investigación, la población, muestra y recursos utilizados para el desarrollo del trabajo, así como también el procedimiento y el cronograma de actividades a seguir para el logro de los objetivos.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

- Según el propósito o la finalidad perseguida:
Aplicada: Debido a que con la puesta en marcha del estudio realizado, se busca mejorar y estandarizar el proceso de producción aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.
- Según el nivel de conocimiento:
Descriptiva: Ya que se describe, el proceso de producción aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.
- Según los medios de recolección de datos:
De campo: Porque la investigación se realizó, por medio de la observación directa del proceso productivo, en la planta de la empresa.

4.2 POBLACIÓN

La población a estudiar para este estudio son todos los procesos productivos realizados en la empresa: Proceso Productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg, proceso productivo de lingotes de 450 Kg. y proceso productivo de Alambión.

4.3 MUESTRA

La muestra objeto de este estudio es el proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., cuyas operaciones son: Carga de materia prima en el Horno N° 1, Fusión de materia prima, adición de aleantes, homogenizado, remoción de escoria, colada continua a través de la máquina lingotera, armado de lingotes, flejado con fleje de poliéster, pesado e identificación y flejado con fleje galvanizado.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación se muestran las fuentes de información utilizadas para la realización de la investigación:

- Primarias: Toda la información recogida por el investigador, mediante la observación directa de la descripción exacta del proceso de producción de lingotes, tomando en cuenta desde la selección de materia prima a cargar, hasta que los bultos de lingotes estén listos para ser despachados.
- Secundarias: Todas las informaciones recogidas anteriormente por personas distintas al investigador, entre las cuales se nombran: Instrucciones de Trabajo: Actividades durante la Colada; actividades de prearranque de colada; identificación y almacenaje de material reciclado en planta; identificación y planificación de lingotes y pailas; preparación de línea de lingotes y pailas; inspección, identificación, almacenaje y custodia de material productos terminados.
- Formatos de pesaje, carga e identificación.

4.5 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Entrevistas: Se utilizó este medio, con el fin de obtener información acerca de los métodos, procedimientos, holguras y personal necesario para la producción de lingotes en la empresa y otros temas de relevancia para llevar a cabo la realización de la investigación.

La entrevista se ejecutó, por medio de preguntas planificadas y no estructuradas, hechas a los operadores, ingenieros y supervisores involucrados en la producción de lingotes, ya que por su experiencia y por su contacto directo con el proceso como tal, conocen como se ejecutan las actividades de producción y las eventualidades que se presentan en el área de trabajo.

- Materiales: Lápiz, bolígrafos, papel y cuadernos para las anotaciones en el momentos de las entrevista y toma de datos. Cronómetro para realizar la toma de tiempo de las actividades y cámara fotográfica para tener constancia gráfica de cualquier acción, equipo, entre otras situaciones relevantes para la investigación. Termo cupla y registrador de temperaturas, para las mediciones de la temperatura de la guitarra de la línea de aleaciones.

4.6 PROCEDIMIENTO

El procedimiento que se llevo a cabo para la realización de la investigación es el siguiente:

1) Describir las actividades que forman parte del proceso de producción de lingotes:

En esta fase inicial de la investigación se describen las actividades que forman parte del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes, sus procedimientos y la finalidad de cada tarea a realizar.

2) Realizar diagnóstico de cada actividad del proceso:

Se realiza un diagnóstico de las actividades del proceso productivo, con el fin de estudiar la situación actual y detectar problemas en ellas.

3) Realizar análisis de trabajo seguro.

Con el fin de dar el método óptimo de realizar cada operación, se realizará un análisis de trabajo seguro para cada actividad que forma parte de este proceso productivo, para eliminar operaciones inseguras o en su

lugar, plantear recomendaciones que garanticen la seguridad de los operadores al ejecutarlas.

4) Comparación de las actividades realizadas actualmente en el proceso productivo de lingotes con lo establecido en las instrucciones de trabajo de la empresa para estas operaciones.

Luego de haber realizado una evaluación de las instrucciones de trabajo, se procede a comparar lo descrito en ellas con el método que se esté llevando a cabo por los operadores, con el fin de actualizar movimientos importantes que no estén referidos en las instrucciones de trabajo de este proceso.

5) Plantear método correcto de trabajo de cada operación:

Realizada la comparación de los métodos actuales con lo descrito en las instrucciones de trabajo, mediante el estudio de tiempos, flujo gramas y lo obtenido del análisis de trabajo seguro, se plantea el método óptimo de trabajo para cada operación.

6) Crear Instrucciones de Trabajo para las actividades que carezcan de ello y actualizar las existentes.

Ya establecido el método correcto para realizar cada actividad y haber comparado las instrucciones de trabajo existentes con lo realizado por los operadores en la actualidad, se crearán instrucciones para todas actividades que carezcan de ello y se actualizarán las existentes, exponiendo cada paso realizado por los operadores.

7) Calcular Tiempo Estándar de las actividades del proceso productivo de lingotes y tiempo total de producción de colada en presentación de Lingotes de 10 Kg.

Determinado el método correcto para realizar cada actividad, se realizará un estudio de tiempo con el fin de calcular tiempo estándar y el

tiempo total en producir una colada de lingotes de 10 Kg. listos para ser despachados.

8) Estudiar los parámetros operacionales utilizados en la actualidad y compararlos con los establecidos por la empresa.

Se tomarán datos de los parámetros operacionales de producción de lingotes de cada aleación (temperatura del Horno N° 1, temperatura de guitarra y frecuencia de lingotera) y mediante gráficas, se verificará si se están cumpliendo con dichos estándares establecidos por la empresa.

9) Verificar la calidad de los lingotes bajo los parámetros operacionales utilizados actualmente.

Se tomarán muestras de lingotes de 10 Kg., y se les realizarán cortes, con el fin de verificar la calidad interna y externa del producto obtenida con los parámetros operacionales utilizados en la actualidad.

10) Actualizar parámetros operacionales para la producción de lingotes.

Se harán variaciones de los parámetros operacionales y se tomarán muestras de lingotes, con el fin de observar la calidad con los diferentes parámetros y así, obtener las temperaturas que aseguren un producto de buena calidad, para ser planteados en el manual.

11) Realizar manual de operaciones del proceso de producción de lingotes de la empresa.

Ya teniendo toda la información recopilada y propuestas las mejoras del proceso, se prosigue a la realización del manual de operaciones del proceso productivo de lingotes.

12) Elaborar plan de acción para cumplir con los estándares planteados y optimizar proceso productivo:

Se elaborará un plan de acción, con el fin de optimizar y dar cumplimiento de los estándares planteados.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1 METODO DE TRABAJO DETALLADO

El Proceso Productivo de Aleaciones en presentación de Lingotes de 10 Kg. comprende las actividades mencionadas a continuación:

5.1.1 Carga del Horno Nº 1: Actualmente la carga del horno se realiza tanto con materia prima traída por proveedores (lingotes y pailas P-1020 y aluminio secundario) y/o material reciclado en planta (lingotes y rollos no aprobados, pailas de drenado de emergencia y lágrimas, conchas y barras formadas en el proceso) (ver figura 5.1. Diferentes tipos de Materia prima: A. Lingotes P-1020; B. Lingotes no Aprobados; C. Pailas no aprobadas; D. Bobinas no aprobadas; E. Barras y lágrimas depositadas en tolva de 4 T., producidas en los procesos). El material seleccionado a cargar se presenta en el formulario OUTFO-001 de planificación y control de la producción (ver anexo 1). Debido a que el material reciclado en planta no es pesado al momento de producirse en los diferentes procesos de la empresa, el analista debe ordenar al Operador de Montacargas pesarlo en la balanza de 80 T., para anotar en el formulario el tipo y el peso de este material. Realizado el formulario, el analista de calidad lo entrega al Operador de Hornos, para que éste indique al Operador de Montacargas el material a cargar. El Operador de Montacargas lleva al área de Hornos el material indicado (114 m.) y luego de que se les hayan quitado los flejes a los bultos de lingotes, se asegure que el material no esté húmedo y se haya sacado el termo pozo del horno, se procede a la carga del horno.



Figura 5.1. Materia Prima para la producción de Lingotes de 10 Kg.

Fuente: Elaboración propia

Debido a que recientemente se realizaron arreglos en la puerta del horno, para evitar escapes de temperatura por una abertura que existía en ella, los bultos de lingotes P-1020 suministrados por VENALUM Y ALCASA chocan con la puerta del mismo, al encontrarse abierta y al deslizarse los bultos para que caigan dentro de él (altura de boca del horno: 88 cm.; altura de bultos de lingotes: 86 cm. los de Venalum y 102 cm. los de Alcasa). Razón por la cual, no se tenía un método estándar para cargar el horno con este tipo de materia prima. Los métodos utilizados en la actualidad por el Operador de Hornos y el Operador de Montacargas para este tipo de materia prima son:

1. Tomar mitad de un bulto: El Operador de Montacargas acerca las uñas del montacargas al bulto a tomar. El Operador de Horno cierra las uñas a una abertura de las mismas que puedan tomar la mitad superior del bulto. Lograda la estabilidad de la mitad del bulto encima de las uñas del montacargas, coloca ésta en la boca del horno, seguidamente toma la mitad restante, la coloca en la boca del horno, para luego ser acomodados dentro del horno con la paleta de carga o de remoción de escoria. Se repiten estas operaciones hasta completar toda la carga. Esta operación se realizó tanto para los bultos de lingotes suministrados por VENALUM como para los de ALCASA.

2. Dividir los bultos de lingotes por la mitad: El Operador de Montacargas levanta los lingotes de la mitad superior del bulto con las uñas del montacargas, para que el operador de horno, introduzca un lingote en la cavidad lograda del bulto y así, quede dividido; se realiza esta operación con todos los bultos a cargar. Luego se colocan dos mitades en la boca del horno

(al colocar los lingotes de la mitad superior del bulto en el horno, se situaba un lingote en la base de la boca del horno, para ubicar la mitad del bulto encima de este lingote y así, facilitar la salida de las uñas del montacargas) y a continuación, se acomodan con la Paleta de Empuje o de remoción de escoria. Se repiten estas operaciones hasta completar toda la carga. Esta operación se realizó tanto para los bultos de lingotes suministrados por VENALUM como para los de ALCASA. (Ver figura 5.2. División de bultos por la mitad)



Figura 5.2. División de bultos de lingotes de Alcasa y Venalum
Fuente: Elaboración Propia

3. Se reduce la altura de los bultos (75 cm. aproximadamente), quitando de la parte superior de los mismos, dos capas de lingotes para el caso de los bultos de Venalum y tres capas de lingotes para los bultos de Alcasa; Con cada lingote quitado al bulto, se arma uno nuevo encima de las uñas del montacargas con máximo 10 capas de lingotes para los de Venalum y 12 capas para los de Alcasa, para que este también sea cargado sin problemas. Se coloca este bulto armado en la boca del horno y se prosigue con la preparación de los demás bultos. Al encontrarse dos bultos en la boca del horno, el Operador de Montacargas toma la paleta de Empuje o de remoción de escoria (ver anexo 2) y procede a acomodar los lingotes en el interior del horno, para que la carga cubra uniformemente el interior del mismo. Al encontrarse todos los bultos reducidos, se colocan dos de estos en la boca del horno y se empujan con la paleta. Se continúa la operación de carga de esta manera, hasta completar el total indicado en el formulario OUTFO-001 de Planificación y Control de la Producción de este tipo de materia prima.

Para el otro tipo de materia prima a cargar (lingotes no aprobados, pailas P-1020, pailas no aprobadas, rollos no aprobadas, conchas, lágrimas y barras) se procede de la siguiente manera:

Pailas P-1020: Se apilan dos pailas y se colocan dos de estas filas en la boca del horno. Se toma la paleta de empuje de carga y se acomoda el material dentro del horno, Se repite la operación hasta cumplir con lo indicado de este tipo de material en el formato.

Pailas no aprobadas: Se procede de igual manera que las pailas P-1020.

Lingotes no aprobados: Se colocan tres bultos en la boca del horno y luego se acomodan en la boca del horno con la paleta de carga. Se procede de igual manera hasta cumplir con lo indicado en el formato.

Rollos no aprobados: Dependiendo del tamaño, se coloca acostado o parado en la boca del horno. Este material se carga sólo si existe un remanente de aluminio líquido dentro del horno.

Conchas, lágrimas y barras formadas en el proceso: Todo este material se deposita en las tolvas de 4 T. y luego el Operador de Montacargas vacía el contenido de la misma, dentro del horno.

Cabe destacar que el Operador de Montacargas no tiene un seguimiento fijo, cuando se presenta en el formato cargar diferente materia prima, sino que va introduciendo la diferente materia prima a su conveniencia.

Una vez encontrado todo el material dentro del horno, el Operador de Hornos cierra la puerta del Horno y prende los quemadores conectando el cable que comunica el termo pozo con el panel de control de quemadores, indicando mediante el set point del mismo la temperatura del horno n° 1, según la ficha técnica.

5.1.2 Fusión de Aluminio: La fusión del aluminio para este proceso productivo se logra a través del Horno Fusor N° 1. Recientemente en este horno, se instalaron nuevos quemadores marca Eclipse y por ello, no se

sabe con exactitud los tiempos de fusión de aluminio (aunque se tiene un estimado de 4 horas y media), además de los métodos de trabajo que se tienen que llevar a cabo en este horno, con la nueva tecnología instalada.

5.1.3 Adición de Aleantes: Sí la aleación a producir es diferente a la A-1060 y A-Deox, al cumplirse la fusión del aluminio y éste se encuentre a una temperatura mayor a 700 °C, se inicia la operación de adición de aleantes. Esta operación es realizada de la siguiente manera:

Se toma una muestra del aluminio contenido en el horno, para ser analizada su composición química. Según el resultado obtenido y la composición química mostrada en la ficha técnica de la aleación a preparar, se realiza el cálculo de la cantidad de los diferentes aleantes a cargar (Si, Cu, Mn, Mg, Zn, Ti, Sr). Los resultados son presentados en el formulario OUTFO-001 de Planificación y Control de la Producción, para ser entregado al Operador de Hornos que le indicará a los Operadores de fundición y montacargas, los aleantes a cargar y la cantidad. El Operador de montacargas toma el contenedor de cada aleante (Si y Cu), lo traslada al área de pesaje (17 m.), para que los Operadores de fundición procedan a pesar y separar la cantidad señalada en el formulario. Luego el Operador toma los aleantes ya pesados y los traslada al horno n° 1 para ser cargados (114 m.). Introducidos los aleantes dentro del horno, el Operador de montacargas toma la paleta de remoción de escoria para iniciar la homogenización del baño de aluminio (10 min.). Culminada la homogenización, se cierra la puerta del horno y se espera media hora para que reaccionen los aleantes con el aluminio. Luego se toma otra muestra del metal contenido en el horno para verificar si la composición química es la indicada en la ficha técnica. En caso contrario, realizar un recálculo y repetir las operaciones antes mencionadas. Se realiza la remoción de escoria, para luego cargar el Mg, Mn, Sr y Zn (sí el formulario lo indica), homogenizando el baño. Se deja reposar el baño durante 5 min. y se toma muestra para análisis. Lograda la composición deseada, el personal

de unidad técnica comunica al Operador de Hornos que se puede iniciar la colada continua (ver anexo 3. Adición de Aleantes).

5.1.4 Remoción de Escoria: Una vez fundido el aluminio y se encuentre a una temperatura considerable (690°C) para las A-1060 y A-Deox, para evitar que el metal baje su temperatura, o después de cargar los aleantes (Zn y Cu), se procede a la remoción de escoria. Esta escoria es removida por el Operador de Montacargas con ayuda de la paleta para remoción de escoria, antes de realizar la transferencia por canales a la máquina lingotera. El operador de Hornos abre la puerta del horno y apaga los quemadores. El operador de Montacargas coloca en las uñas del montacargas la paleta, la introduce dentro del horno por encima del baño y arrastra hasta la puerta toda la escoria. Luego coloca la tolva adjunta y procede a echar toda la escoria dentro de ella (ver anexo 5.4. Operación de remoción de escoria).

5.1.5 Colada Semi-Continúa: La colada del proceso de producción de aleaciones se realiza a través de la Lingotera. Esta máquina consiste en una cinta transportadora que contiene moldes y una vez vaciado el aluminio líquido en él, la máquina lo transporta a lo largo de un sistema de enfriamiento (piscina de agua fría situada por debajo de los moldes), para alcanzar la solidificación del aluminio (ver figura 5.3. Lingotera). Para dar cumplimiento a la colada a través de la máquina lingotera, se siguen las siguientes actividades:



Figura 5.3. Lingotera.
Fuente: Elaboración Propia

5.1.5.1 Quitar tapón del Horno: Para producir la transferencia del aluminio hasta la lingotera (4,5 m.), se debe destapar la piquera del horno. Para ello, el Operador de Hornos primero quita el tapón y luego con ayuda de puyas de acero, se procede a quitar la masa formada por los conos y la manta de fibra que se colocaron en el tapón, para tapar la piquera (ver anexo 5.5. Tapón y piquera del horno).

5.1.5.2 Prender equipos a utilizar: Se prende tanto los ventiladores industriales como el controlador de temperaturas de la guitarra.

5.1.5.3 Llenar guitarra de metal y vaciar metal en moldes: Transferido el metal por el canal, se controla el fluido a través del mismo, colocando el tapón en la piquera de una manera que el flujo del metal sea mínimo, para que se produzca sin turbulencias. Se espera a que se llene la guitarra y luego se quita la manta encontrada en la boca de ella, para vaciar el metal en los moldes.

5.1.5.4 Desnatar, quitar conchas y controlar: Tanto el Operador de Hornos, como los operadores de fundición, cuidan que el proceso se esté llevando eficazmente. Por ello, deben desnatar el aluminio líquido contenido en la guitarra y quitar las conchas de aluminio que quedan tanto en la araña como en los moldes de la lingotera. Además, deben velar que la temperatura de los puntos de control del proceso (Horno y guitarra) se mantenga según lo establecido en los parámetros operacionales de la empresa, al igual que la frecuencia de la máquina lingotera. Todo esto, para evitar derrames, solidificado del aluminio antes de lo previsto, entre otros problemas que se puedan ocasionar por falta de control del proceso.

5.1.5.5 Desmoldar: Aunque existe un martillo mecánico en la lingotera para realizar el desmoldado de los lingotes, los Operadores de fundición deben asegurar que se esté cumpliendo esta operación. Para ello, cuentan con puyas de acero y martillos para golpear el molde y evitar que quede material en la lingotera que pueda ocasionar problemas en el proceso. Logrado el desmoldado, los operadores trasladan los lingotes hasta las tolvas de almacenaje momentáneo de lingotes. Cada vez que se llene una de las tolvas, el operador de montacargas la traslada al patio para el enfriamiento de los lingotes (44 m.) y regresa la tolva en su lugar (se realizan 20 viajes aproximadamente para llevar todos los lingotes al patio de almacenaje producidos en una colada).

5.1.5.6 Culminación de Colada: Cuando se haya colado el aluminio líquido contenido en el horno (dejando un remanente de aprox. 1 T.), el Operador de Hornos coloca el tapón de la piqueta y comunica a los operadores de fundición, para que destapen las bocas de drenaje de emergencia de la canal y quiten el peso de la guitarra, para que procedan al vaciado de los mismos. Para ello, cuentan con paletas de acero, para evitar que se tapen los canales y las bocas.

Lograda la colada, los operadores apagan los equipos utilizados (lingotera, panel de control de temperatura y ventiladores).

5.1.6 Preparación de la línea: Los operadores de fundición deben preparar la línea para la siguiente colada. Dicha preparación cuenta con las siguientes actividades:

5.1.6.1 Limpieza: Pasado un tiempo de aproximadamente cuarenta (40) minutos, espera tomada por el enfriamiento de la bandeja de agua de la

lingotera, del canal y de la guitarra, se procede a la limpieza tanto de la lingotera como del área de trabajo. Para ello, se quitan las conchas de aluminio que quedaron después de haber realizado el proceso, con ayuda de paletas de desnatado y puyas de acero. Para la limpieza de la bandeja de agua, se levanta la banda transportadora de la lingotera con la grúa tipo puente de veinte toneladas, para retirar los residuos de aluminio que quedan en el área de vaciado a moldes, con ayuda de pinzas y paletas de acero.

5.1.6.2 Tapar bocas de canales para drenado de emergencia: Estas bocas son tapadas con mantas de fibra. Se coloca una tira de manta en cada boca y se asegura con bastones de acero.

5.1.6.3 Cambiar pailas: Los Operadores con ayuda de la grúa de 20 Toneladas, deben cambiar las pailas que se utilizaron para el drenado del canal y de la guitarra, por unas limpias y libres de humedad. Primero, trasladan la grúa hasta las pailas llenadas, las toman y las llevan a un lugar de fácil acceso de los montacargas. El Operador de Montacargas las toma y las lleva al patio de almacenaje. Luego toma unas limpias y las traslada a las cercanías de la máquina lingotera, para que los operadores las trasladen con la grúa, a las bocas de drenaje del canal y la guitarra.

5.1.6.4 Adicionar desmoldante en moldes, guitarra, canal y araña de la lingotera: Se adiciona desmoldante en estas partes de la lingotera, para evitar que se pegue el metal y facilitar el desmoldado de los lingotes. Para los moldes, se indica en el controlador de velocidad de la Lingotera una velocidad muy baja (8 a 10 rpm), con el fin de que se pueda ir adicionando el desmoldante en los moldes de una forma continua. Dos Operadores realizan esta operación, uno al lado del otro, pintando secciones diferentes del mismo molde.

5.1.6.5 Preparar flotador cerámico de la guitarra para su debida utilización: Se retira el flotador cerámico de la guitarra y se limpia todo el aluminio contenido en él. Se cubre la parte metálica del flotador cerámico con una malla de fibra acompañada con material de prevestimento, se cambia el trompo cerámico si así lo requiere y luego se cubre con papel de fibra acompañado con material de prevestimento.

5.1.6.6 Precalentamiento de Moldes y pailas: Aproximadamente 3 horas antes de comenzar la colada se prenden los quemadores destinados a precalentar las pailas y moldes de la Máquina Lingotera. Para ello, se prenderán manualmente las válvulas de control de salida de gas de los quemadores para dicho fin y con una antorcha de papel se prenden los mismos (ver anexo 6. Actividades de preparación de la línea).

5.1.7 Armado de lingotes en bultos: Al otro día de haberse efectuado la colada y encontrados los lingotes a temperatura ambiente, se procede al apilamiento de los mismos. Para esta labor se cuenta con cuatro operadores que se turnarán el trabajo de dos en dos. La actividad es llevada a cabo de la siguiente manera: Se apartan los lingotes base de los demás lingotes. Se acomodan seis lingotes base, colocados uno al lado del otro. Encima de ellos se coloca una capa de seis lingotes planos. Luego uno de los operadores pasa los lingotes planos al operador encargado de armar, para que este coloque siete capas de estos lingotes dispuestos alternadamente boca abajo y boca arriba y una capa transversalmente de la otra. Se procede de esta manera para armar todos los bultos. Además de este procedimiento los obreros deben de verificar el estado de cada lingote. En caso de tener conchas de aluminio, es deber de ellos quitarle dicha concha y cualquier impureza antes de apilar el lingote. Si el lingote se encuentra ligeramente doblado, fuera de especificación (medidas de longitud o altura) o con excesivo rechupe, se aparta como lingote no aprobado para la venta. Estos

lingotes no aprobados son apilados y nombrados en la empresa como material reciclado en planta, que será utilizado como materia prima (reproceso), a cargar en el horno (ver anexo 7. Operación de armado de lingote en bultos).

5.1.8 Flejado: Armados en bultos todos los lingotes de la colada, se procede a flejarlos con fleje de poliéster o fleje galvanizado, según las especificaciones de aleación producida. Es de importancia mencionar, que sí la aleación producida debe llevar fleje galvanizado, sólo se cubrirá con un fleje el bulto para asegurar que no se desarme al trasladarlo. Para las demás aleaciones se cubrirá con cuatro flejes de poliéster, uno situado en la mitad transversal del bulto y los otros tres rodeando las caras laterales del bulto, utilizando la máquina flejadora P-321. (ver anexo 8. Disposición de flejes en bultos).

5.1.9 Pesado y marcado: A pesar de que actualmente existe instrucción de trabajo para la identificación de los lingotes, no se detalla cada paso y los movimientos requeridos para llevar a cabo la actividad de pesado de lingotes. Es por ello, que los Operadores realizan la operación de pesaje de muchas maneras: Las cuales se mencionan a continuación:

5.1.9.1 La actividad es realizada con ayuda del Montacargas. El Operador de montacargas toma un bulto y lo traslada a la balanza de de tres toneladas (41 m.). Se coloca el bulto en la balanza y un operador de embalaje procede a anotar el peso descrito por la balanza, número de colada y número de bulto, tanto en el formato OUTFO- 007 de control de pesaje de lingotes como en el bulto de lingotes, utilizando para este caso marcador. Ya marcado debidamente el bulto, se traslada nuevamente al patio de almacenaje sí el cliente no requiere de flejado con fleje galvanizado, para ser organizados debidamente los bultos por colada y por aleación a la espera del despacho. Sí el cliente requiere que el producto contenga fleje galvanizado, se llevarán los bultos de lingotes al área de flejado con fleje galvanizado para proceder a

esta operación (13 m). Se sigue la actividad de igual manera con los demás bultos hasta completar la colada (27 bultos).

5.1.9.2 El Operador de montacargas procede a apilar dos bultos de lingotes y trasladarlos al área de pesaje. Los deja al lado derecho de la balanza y busca otros 2 bultos de lingotes hasta encontrarse 6 bultos a las cercanías de la balanza. Luego el Operador de Montacargas toma un bulto lo coloca en la balanza para que el Operador de embalaje proceda a identificarlo y a anotar en el formato el peso. El Operador de Montacargas toma el bulto y lo coloca al lado izquierdo de la balanza. Se sigue este procedimiento hasta haber identificado los seis lingotes y se apilan de a dos bultos al terminar la identificación de cada uno de ellos. Seguidamente el Operador de Montacargas traslada cada fila de lingotes al área de almacenamiento. Trasladas las tres filas, vuelve a llevar seis lingotes, para repetir la operación hasta cumplir con todos los bultos de una colada (ver anexo 9. Operación de pesaje).

5.1.10 Flejado con fleje galvanizado: Como se ha mencionado anteriormente, se realiza esta actividad sólo para las aleaciones que deban ser despachadas a clientes que requieran que el fleje sea de este material. Para ello se colocarán cuatro flejes dispuesto de la misma manera que utilizando fleje de poliéster, pero para esta ocasión se utiliza la máquina flejadora neumática y grapas metálicas para asegurar el fleje (ver anexo 10. Disposición de flejes galvanizado en bultos de lingotes). Terminada la operación los bultos quedan almacenados en esta área a la espera de su despacho.

5.2 DIAGRAMA DE PROCESO DETALLADO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 Kg.

A continuación se muestre el diagrama de proceso de este proceso productivo (ver figura 5.4).

Diagrama de procesos
Proceso: Proceso de Producción de Aleaciones
En presentación de Lingotes de 10 Kg
Inicio: Materia Prima almacenada
Fin: Bultos de lingotes almacenados
Método: Actual

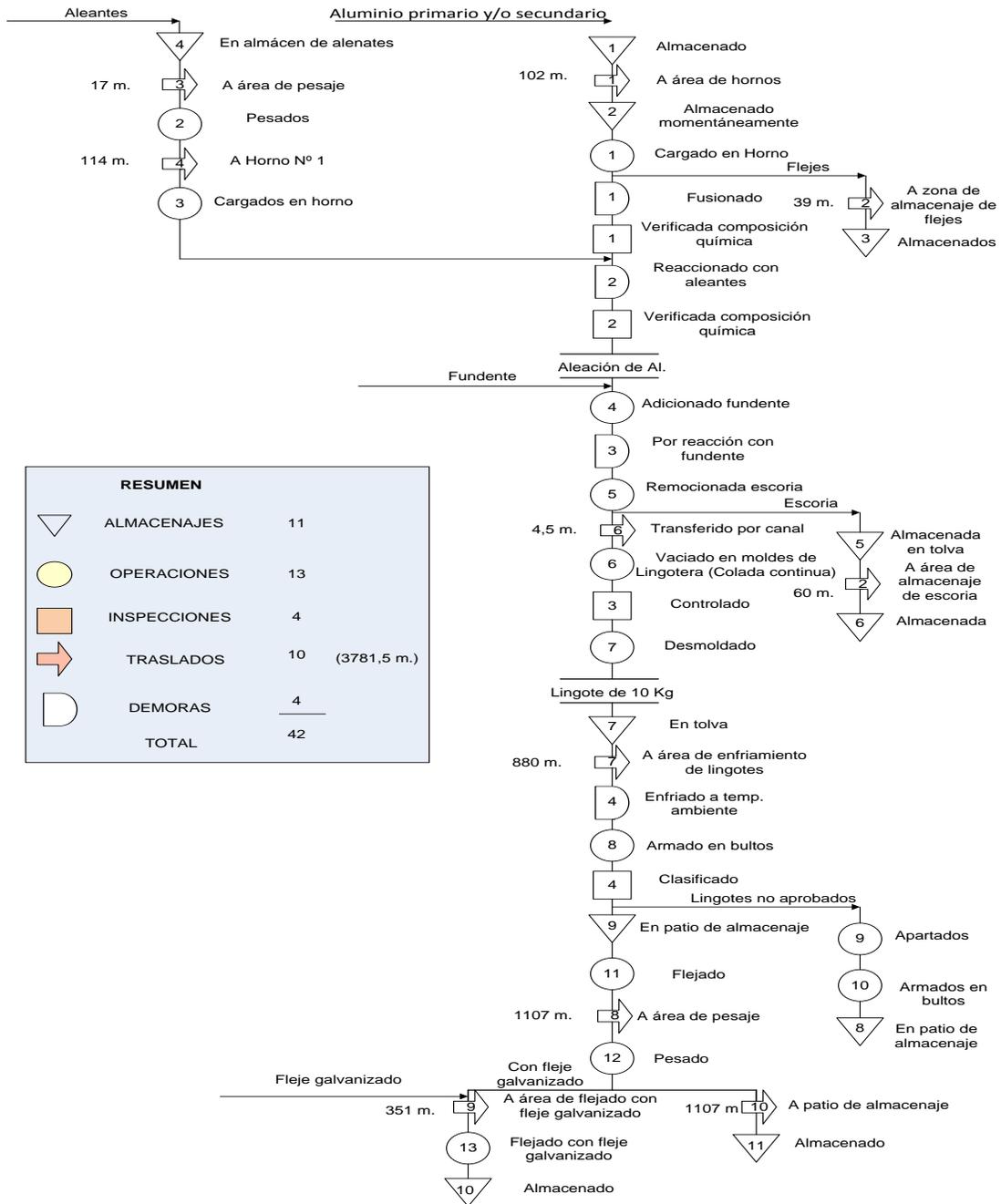


Figura 5.4. Diagrama de Proceso del Proceso Productivo de Aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.
 Fuente: Elaboración Propia

5.4 ANALISIS GENERAL DE LA SITUACION ACTUAL

Luego del análisis efectuado a través de la observación directa, entrevistas al personal, se deduce que en la actualidad, existen situaciones, actividades y operaciones críticas, que afectan la eficiencia de producción de aleaciones en presentación de lingotes.

A manera esquematizada se presenta el diagrama causa y efecto del problema antes mencionado (ver figura 5.6):

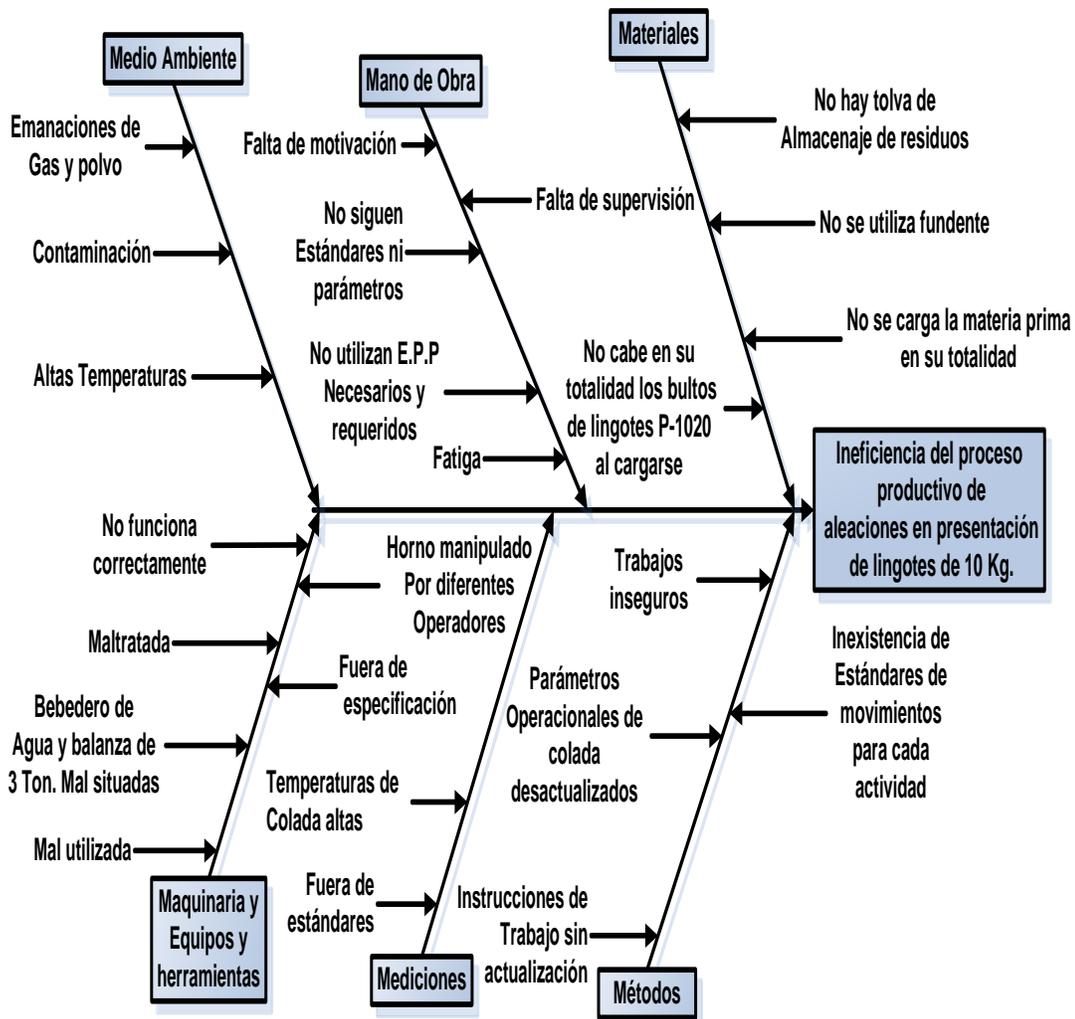


Figura 5.6. Diagrama causa y efecto de la Ineficiencia del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el diagrama, hay diferentes causas tanto operacionales como organizacionales que afectan la eficiencia del proceso productivo de aleaciones. A continuación se mencionan los diferentes problemas según la operación realizada:

5.4.1 Para la Operación de Carga de materia prima en el Horno N° 1:

- Debido al arreglo que se realizó en la puerta del horno, no se pueden cargar los bultos P-1020 completos por su tamaño, razón por la cual, existen diversos métodos de carga de este tipo de materia prima.
- Los flejes que se le quitan a los bultos de Alcasa y Venalum no tienen tolva de almacenaje. Sólo existe una zona para el almacenaje de los mismos y por ello, en muchas ocasiones los montacargas pasan sobre ellos, arrastrando este material y provocando desorden en la planta y trabajos extra del Operador de Montacargas para juntar otra vez los flejes ya que obstruye el paso del mismo (ver figura 5.7).



Figura 5.7. Problemas ocasionados por flejes de desecho

Fuente: Elaboración propia

- En muchas ocasiones al cargarse la materia prima, se caen partes de la misma al piso y se dejan ahí, ocasionando desorden en la planta y pérdida de control del proceso, debido a que no se carga lo establecido en el formato (ver figura 5.8).



Figura 5.8. Material en las cercanías al horno n° 1.

Fuente: Elaboración Propia

- Se le quitan los flejes a los rollos no aprobados, lo que hace tediosa la operación, al cargarse este tipo de materia prima (ver figura 5.9).



Figura 5.9. Carga de rollos no aprobados en el horno nº 1.
Fuente: Elaboración Propia

- EL Operador de Montacargas no tiene una secuencia estándar para cargar el horno, cuando hay distintos tipos de materia prima a cargar.
- Con la paleta utilizada para empujar y acomodar la materia prima se golpea la puerta del horno y el refractario del interior del horno (ver figura 5.10).



Figura 5.10. Paleta de carga golpeando la puerta del horno.
Fuente: Elaboración Propia

- Debido a que parte del material reciclado en planta (barras, conchas, lágrimas, escoria), es almacenado en tolvas de capacidad de 4 T., al cargarse, por el tamaño de estas tolvas, se golpea constantemente la puerta del horno y la operación se complica al querer vaciar el material contenido en ellas, produciendo caídas de la misma y de material al suelo, ocasionando contaminación en el área y trabajos extra de limpieza (ver figura 5.11).



Figura 5.11. Problemas ocasionados al cargar conchas, barras y lágrimas al horno

Fuente: Elaboración Propia

- No se entrega el formato de carga con tiempo (antes de terminar el proceso de colada), por lo que el Operador de Montacargas tiene que trasladar la materia prima cuando se está realizando la actividad de carga (30 min. aprox.), lo que hace que el tiempo de operación se extienda.

5.4.2 Fusión de aluminio:

- No existe tiempo estándar de fusión del aluminio (aunque existe un tiempo estimado de cuatro horas y media), debido a que se instalaron nuevos quemadores marca Eclipse en el Horno N° 1.
- Se indica en el panel controlador de quemadores, temperaturas menores a las establecidas en la empresa, por lo que en muchas ocasiones, la fusión del aluminio no se logra en lo esperado, lo que retrasa el proceso productivo.
- Se indica en el panel de control de quemadores, temperaturas muy altas (hasta 900 ° C), por creer que indicando temperaturas altas, el horno va a fundir más rápido el material contenido en él. También por este problema, al momento de colar se tiene que esperar a que baje la temperatura del horno, reduciendo la temperatura en el controlador y en muchas ocasiones abriendo la puerta del horno, lo que produce emanaciones de los gases contenidos dentro de él.
- El Horno N° 1, no sólo es manipulado por el Operador de Hornos sino por otros Operadores, lo que produce pérdida de control del equipo por este Operador, debido a los diferentes parámetros indicados en el horno.

- No se realiza un constante chequeo de los equipos utilizados (panel de control de quemadores y termo pozo), para así solventar con anticipación posibles problemas de funcionamiento del horno.

5.4.3 Adición de Aleantes: Los Operadores de Hornos en su totalidad, no conocen el procedimiento a seguir para la preparación de aleaciones.

5.4.4 Remoción de escoria:

- No se le adiciona fundente al baño de metal, por lo que el mismo no queda totalmente libre de impurezas, lo que pudiera ser causa de fallos en la calidad del producto y de acumulación de escoria en el interior del horno, que dificulta el destapado de piqueta del Horno.
- No se siguen las instrucciones de trabajo para esta actividad, debido a que al colocar la tolva de almacenamiento de escoria adjunta al horno, la paleta de remoción de escoria (6,20 m de longitud), no alcanza a remover la escoria existente en la pared posterior del horno (6,40 m interior del horno y 1 m de ancho de tolva) (ver figura 5.12).



Figura 5.12. Operación de remoción de escoria
Fuente: Elaboración Propia

5.4.5 Colada Continua:

- Al producirse la transferencia del metal por el canal, los operadores de fundición deben remover la nata y escoria encontrada en él. Esta operación es de mucho riesgo, ya que para ello, los operadores deben pararse encima de la lingotera estando en movimiento, lo que puede ocasionar caídas y quemaduras de los Operadores (ver figura 5.13).



Figura 5.13. Desnatado del aluminio contenido en el canal de transferencia
Fuente: Elaboración Propia

- No hay tolva para almacenaje de la nata y escoria quitada al metal en la piqueta, por lo que se tira al suelo causando contaminación en el área de trabajo y labores extra de limpieza (ver figura 5.14).



Figura 5.14. Escoria y nata de aluminio en las cercanías del canal de transferencia
Fuente: Elaboración Propia

- El martillo de la Lingotera no funciona correctamente, por ello, los Operadores deben ayudar al desmoldado de los lingotes. En muchas oportunidades con excesivos martillazos, lo que produce fatiga en los operadores.
- A las cercanías de la zona de desmoldado, donde se encuentran las tolvas de almacenaje momentáneo de lingotes, existe acumulación de personas ocasionado por un bebedero de agua situado allí (5,50 m, del bebedero de agua a la tolva), lo que ocasiona obstrucción de la vía de desplazamiento del montacargas, para que éste tome la tolva para trasladarla al patio de almacenaje. Por ello, hay riesgos de accidentes por el equipo móvil (ver figura 5.15).

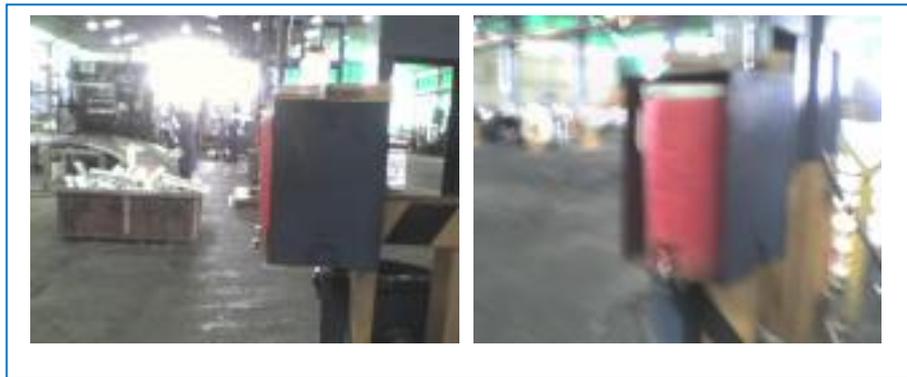


Figura 5.15. Bebedero de agua a cercanías del área de desmoldado
Fuente: Elaboración Propia

○ Al momento de finalizar la colada, es responsabilidad de los Operadores de fundición drenar el aluminio líquido contenido en el canal de transferencia y en la guitarra. Para esta actividad los Operadores deben pararse encima de la lingotera en movimiento. Esta actividad es insegura, porque puede ocasionar caídas y quemaduras, ya que a los alrededores se encuentran las palias llenas de metal caliente (ver figura 5.16).



Figura 5.16. Drenado del metal al finalizar colada
Fuente: Elaboración Propia

○ Los Operadores no siguen los parámetros Operacionales establecidos en la empresa (temperatura de colada del Horno N° 1, temperatura de guitarra y velocidad de lingotera), trabajando así, con altas temperaturas, lo que puede ser causa de mala calidad del producto. Para demostrar este problema, se realizaron gráficas estadísticas de los parámetros utilizados en la actualidad a lo largo de diferentes coladas.

Debido a que en la estadía en planta del investigador sólo se fabricaron tres (3) tipos de aleaciones (A-Deox, A-1060 y A-380), se procede a calcular cuántas coladas de cada aleación son necesarias para obtener un análisis satisfactorio.

- Grado de confiabilidad y valor de z: Para el análisis de las coladas se estima una confianza de 95% con un valor de $z = 1,96$
- Error asumido (e): Como el análisis se va a realizar con los tres tipos de aleaciones antes mencionadas, se asume un error de 10 %. $e = 0,1$
- Probabilidad de la población que no presenta las características (q): Se asume una probabilidad de 1% para ese valor. Como $p = 1 - q$; entonces $p = 0,99$
- Cálculo del tamaño de la muestra teórica: Viene dado por la siguiente ecuación:

$$n^0 = \left(\frac{z}{e}\right)^2 * p * q; \text{ Entonces}$$

$$n^0 = 3,8.$$

- Cálculo del tamaño de la muestra real: Viene dado por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{n^0}{1 + \frac{n^0}{N}}; \text{ Entonces}$$

$$n = 1,67 \text{ aproximadamente dos (2)}$$

Como se observa, son necesarias dos coladas para cada aleación para obtener un análisis con el 95 % de confianza. Ahora, mediante los números aleatorios obtenidos en Excel (ver apéndice 1), se logra la distribución de las observaciones de temperaturas en los puntos de control. Estos números fueron depurados y organizados antes de las respectivas observaciones.

- **Colada A-Deox**

A continuación se presentan los gráficos de las temperaturas de colada escogidas al azar para la A-Deox, donde se presentan los rangos

establecidos por la empresa (710 a 720 °C en el horno y 640 a 660 °C) (ver anexo 11. Ficha técnica de A-Deox) (Ver figuras 5.17 a 5.25).

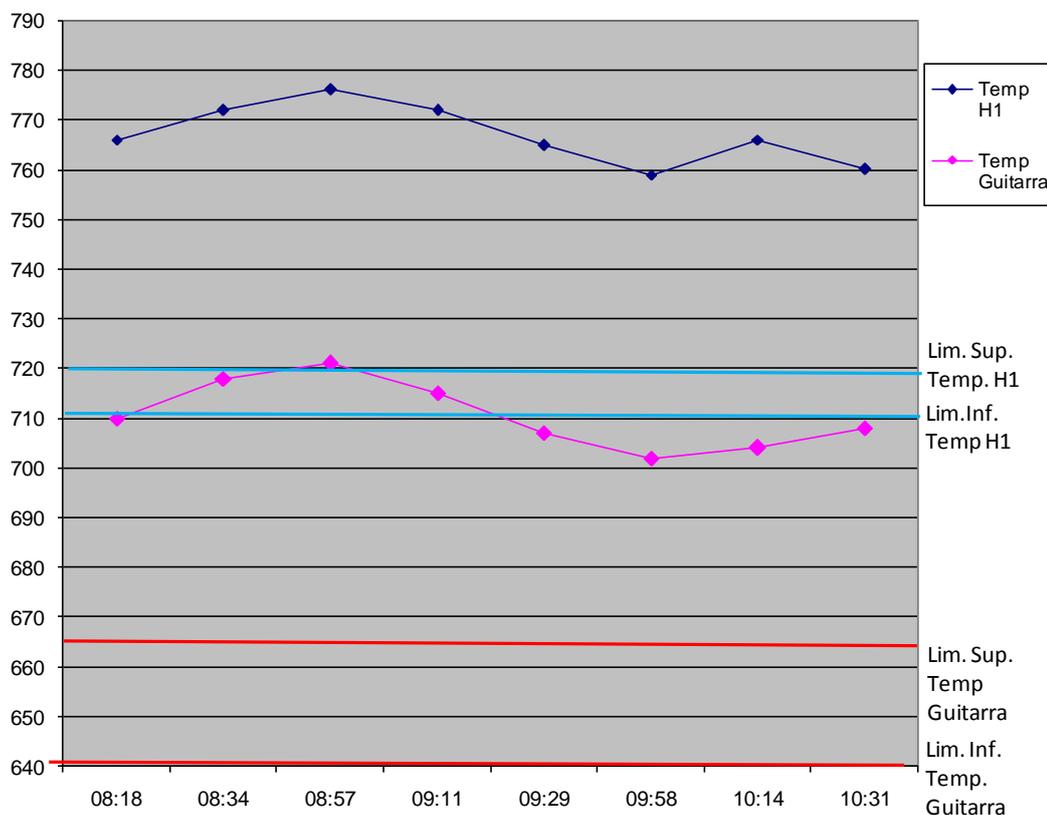


Figura 5.17. Gráfico de temperaturas de la colada N° 11020911 A-Deox

Fuente: Elaboración Propia

Para la colada N° 11020911, igualmente se indicó en el set point del controlador de temperaturas de los quemadores del horno n° 1, 760 °C, por lo que se inició la colada a 765 °C, obteniendo una temperatura en la guitarra de 710 °C, temperaturas fuera de los rangos establecidos. Los operadores al observar que la temperatura en la guitarra llegó casi a los 720 °C, bajaron la temperatura en el set point hasta 730 °C (40 min., luego de haber iniciado la colada). Como la temperatura del metal en la guitarra no se reducía, debido a la inercia del proceso, se abrió la puerta del horno para así minimizar la temperatura del metal encontrado en el mismo y lograr alcanzar temperaturas más bajas en la guitarra (700 °C). Dicha operación, no es adecuada, ya que al encontrarse la puerta abierta

del horno, se produce emanaciones de los gases encontrados dentro él, contaminando el área.

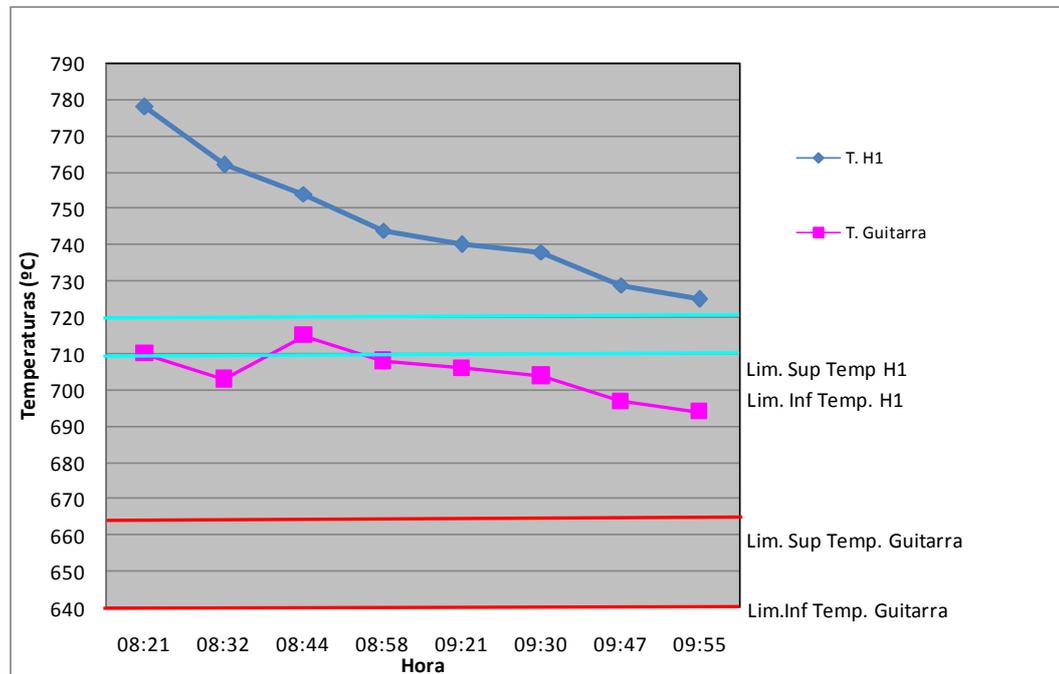


Figura 5.18. Gráfico de temperaturas de la colada N° 20020911 A-Deox
Fuente: Elaboración Propia

Para la colada n° 20020911, se inicio la colada con 778 ° C del metal en el horno y 711 °C en la guitarra. Para reducir la temperatura del metal, se abrió la puerta del horno y se fue reduciendo la temperatura en el set point (hasta 720 °C). Al lograr la temperatura del metal en la guitarra en 695 °C, se dejó de reducir la temperatura por medio del set point, ya que los operadores de fundición suponen que ésta es la temperatura óptima para colar y que trabajando a las temperaturas indicadas en la ficha técnica de esta aleación, el metal se puede solidificar antes de lo previsto (canal de transferencia y/o guitarra).

- **Colada A-1060**

Para el caso de la A-1060, se tomarán como rangos en la empresa los propuestos por Juan León, en su trabajo de pasantía (750 a 770 °C en el horno y 670 a 690 ° C en la guitarra), aunque para la ficha técnica de

esta aleación son 855 a 870 °C en el horno y 690 a 705 °C en la guitarra (ver anexo 12).

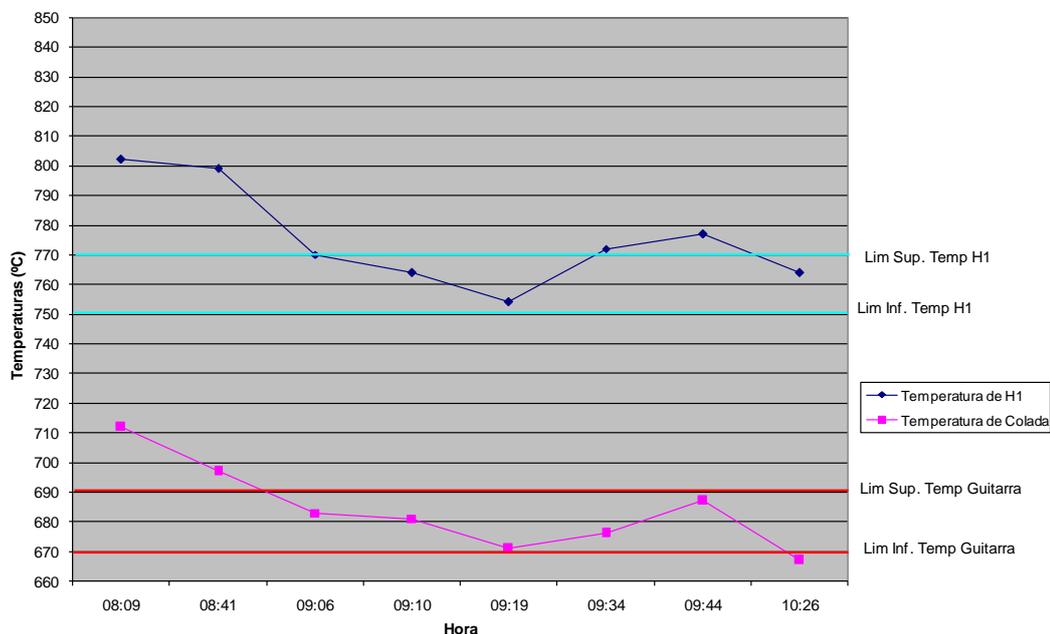


Figura 5.19. Gráfico de temperaturas de la colada N° 30010911 A-1060

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de la colada 30010911, también se indicó temperaturas elevadas en el horno (800 °C). Por ello la colada se inició con 802 °C del metal en el horno y 712 °C en la guitarra. De igual forma se redujo la temperatura a 760 °C del horno, logrando así, que los valores se encuentren dentro de los rangos establecidos. Aunque luego de una hora y media de proceso, la temperatura superó el límite superior del rango en el horno, no se considera relevante, ya que a estas temperaturas (772 a 776 °C), se logró tener la temperatura del metal en la guitarra dentro de los rangos establecidos. Por otra parte, momentos antes de terminar la colada, la temperatura del aluminio en la guitarra estuvo por debajo del límite inferior establecido (667 °C), observándose un proceso sin problemas.

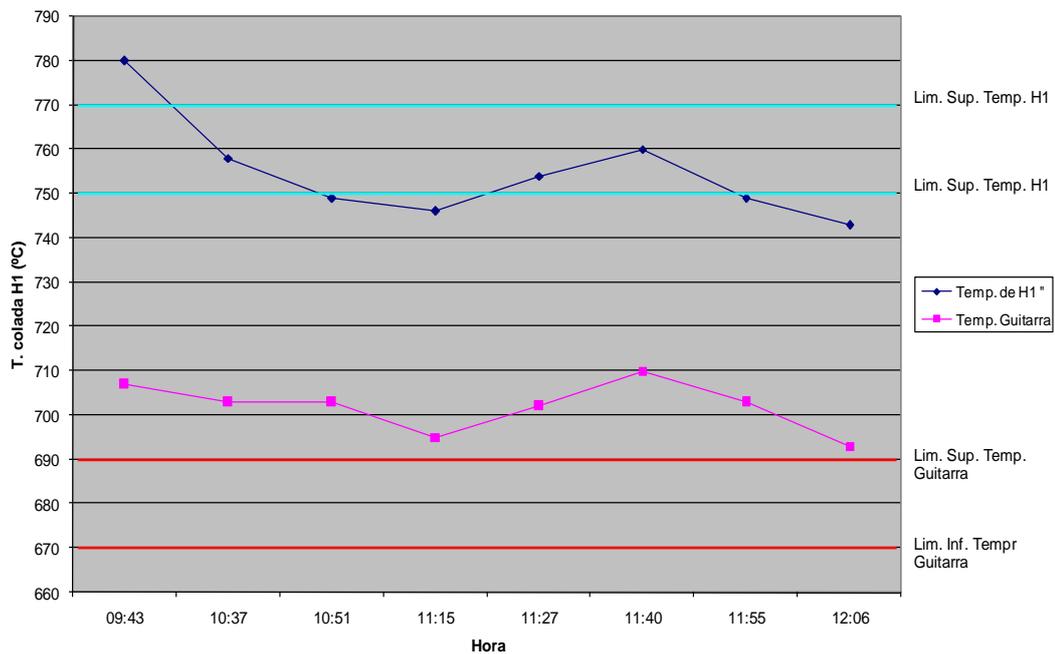


Figura 5.20. Gráfico de temperaturas de la colada N° 12020911 A-1060
Fuente: Elaboración Propia

Para esta colada, el valor indicado por medio del set point era 780 °C, por lo que se inició la colada con 780 °C del metal en el horno y 707 °C en la guitarra. Nuevamente se indicó en el horno 750 °C, para reducir las temperaturas y se encuentren éstas dentro de los rangos. A pesar de que la temperatura del metal en el horno a lo largo de la colada, se mantuvo dentro y hasta por debajo de los rangos, la temperatura en la guitarra nunca llegó a estar dentro de los parámetros establecidos, debido a la inercia de temperatura del proceso y al precalentamiento de los canales antes de comenzar la colada.

- **Colada de A-380**

Para la A-380, se establecieron los rangos de temperaturas descritos en la ficha técnica de esta aleación (ver anexo 13).

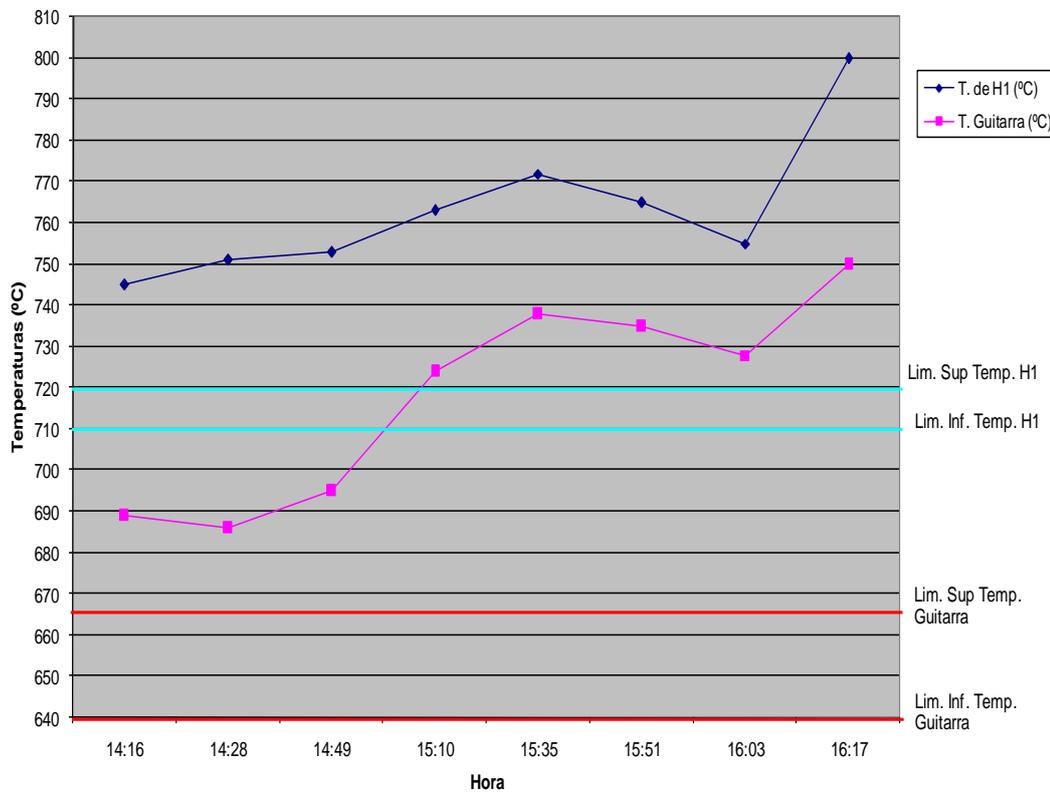


Figura 5.21. Gráfico de temperaturas de la colada N° 05020911 A-380
 Fuente: Elaboración Propia

Para la colada 05020911, se indicó por medio del set point 750 °C de temperatura del horno. Por esta causa, se inició la colada con 745 °C del metal dentro del horno y 689 °C en la guitarra. Los operadores al observar que la temperatura en la guitarra alcanzó 738 °C se redujo la temperatura del horno a 740 °C para reducir la temperatura, viéndose el intento fallido, ya que el termo pozo del horno tenía problemas y no marcaba la temperatura real del metal en el horno. Debido a ellos, no se siguieron los parámetros establecidos.

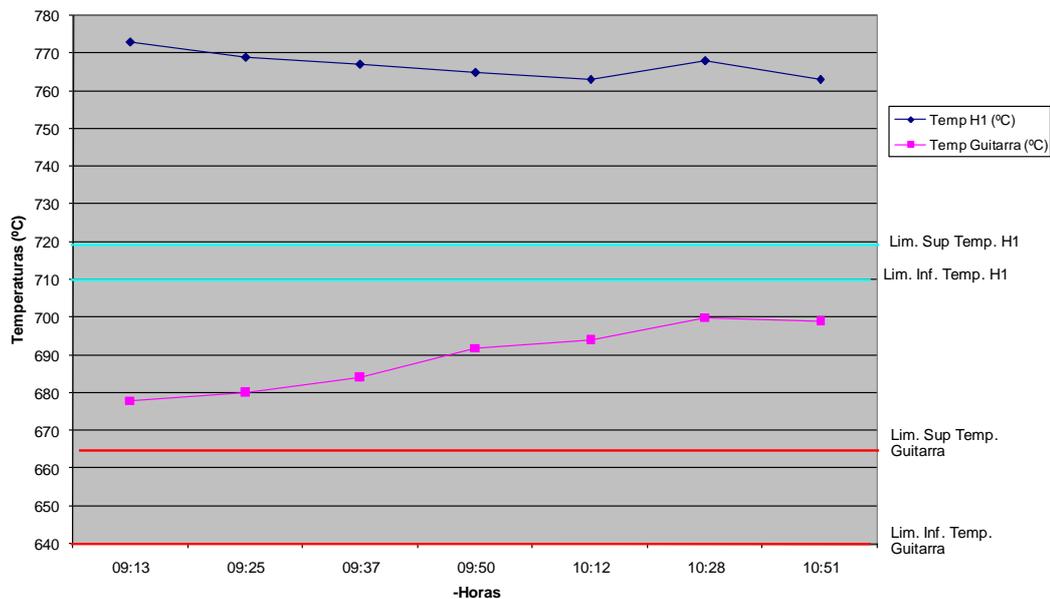


Figura 5.22. Gráfico de temperaturas de la colada N° 06020911 A-380
Fuente: Elaboración Propia

Para este caso se indicó en el horno 760 ° C, iniciando la colada a 772 °C del metal en el horno y 678 °C en la guitarra. La temperatura del metal en el horno osciló entre 760 y 770 °C a lo largo de la colada, debido a que no se cambió la temperatura indicada en el set point. La temperatura del metal en la guitarra llegó a 700 °C, a causa de la inercia de temperatura del proceso. Por ello, los valores no se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos.

Análisis General de los gráficos expuestos anteriormente:

Como se observó en las anteriores gráficas, el comportamiento de las temperaturas del metal a lo largo de una colada, depende de las temperaturas indicadas en el horno y del control que tengan los operadores.

Además, en las coladas estudiadas, las veces que se trabajaba con los parámetros establecidos en la empresa, no se llegaba a cumplir con los estándares de temperaturas en la guitarra, lo que indica que no hay un cálculo de la pérdida de temperatura en el trayecto del canal de transferencia a la lingotera. Por otra parte, en la mayoría de las coladas

no se siguieron los parámetros operacionales debido a que se indican temperaturas muy altas en el controlador de quemadores del horno nº 1, por problemas con el equipo (termo pozo) y también, a que los operadores suponen que los rangos establecidos en la ficha técnica (A-Deox), son muy bajos y al realizar la colada bajo esos parámetros, se puede solidificar el metal antes de lo debido. Por ello, se debe analizar una colada ejecutando los parámetros de la ficha técnica de esta aleación y de este modo, analizar el comportamiento del metal a lo largo del proceso.

• Velocidad de Lingotera

Debido a que la variación de la velocidad de la lingotera por colada no difiere significativamente, se analizan las gráficas con los promedios de las mismas para cada colada.

Para saber el tamaño de la muestra a estudiar de cuarenta (40) coladas realizadas en la estadía en planta del investigador se procede de la siguiente manera:

- Grado de confiabilidad y valor de z: Para el análisis de las coladas se estima una confianza de 95% con un valor de $z = 1,96$
- Error asumido (e): Como se realizaron cuarenta coladas en la estadía en planta del investigador, se asume un error de 5 %. $e = 0,05$
- Probabilidad de la población que no presenta las características (q): Se asume una probabilidad de 5% para ese valor. Como $p = 1 - q$; entonces $p = 0,95$
- Cálculo del tamaño de la muestra teórica: Viene dado por la siguiente ecuación:

$$n^0 = \left(\frac{z}{e}\right)^2 * p * q; \text{ Entonces}$$

$$n^0 = 72,99.$$

- $n = \frac{n^0}{1 + \frac{n^0}{N}}$; Entonces

$$n = 25,83 \text{ aproximadamente veintiséis coladas (26)}$$

Debido a que para este análisis sólo se tomaron datos para diecinueve (19) coladas (7 para A-Deox, 10 para A-1060 y 2 para A-380),

se construyen las gráficas con los valores de estas coladas, aunque para tener un estudio óptimo son necesarios datos de siete (7) coladas más.

Para la obtención de los promedios de velocidad de lingotera de cada colada, se tomaron ocho (8) observaciones de cada colada, dadas por los números aleatorios obtenidos en el apéndice 1. Las gráficas obtenidas se muestran a continuación, donde se indican los rangos establecidos por las fichas técnicas para la velocidad de lingotera de cada aleación.

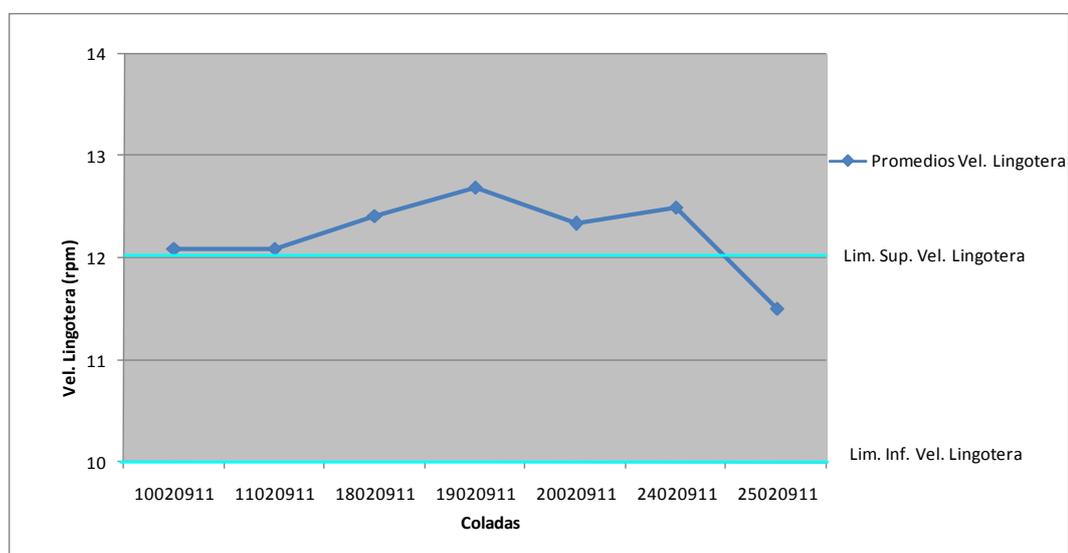


Figura 5.23. Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-Deox
Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la gráfica para la A- Deox, sólo para la colada n° 25020911, se trabajó según los estándares establecidos. Esto debido, a que el flujo del metal en la piqueta es abundante para cada colada, por lo que se tiene que operar con velocidades superiores a 12 rpm.

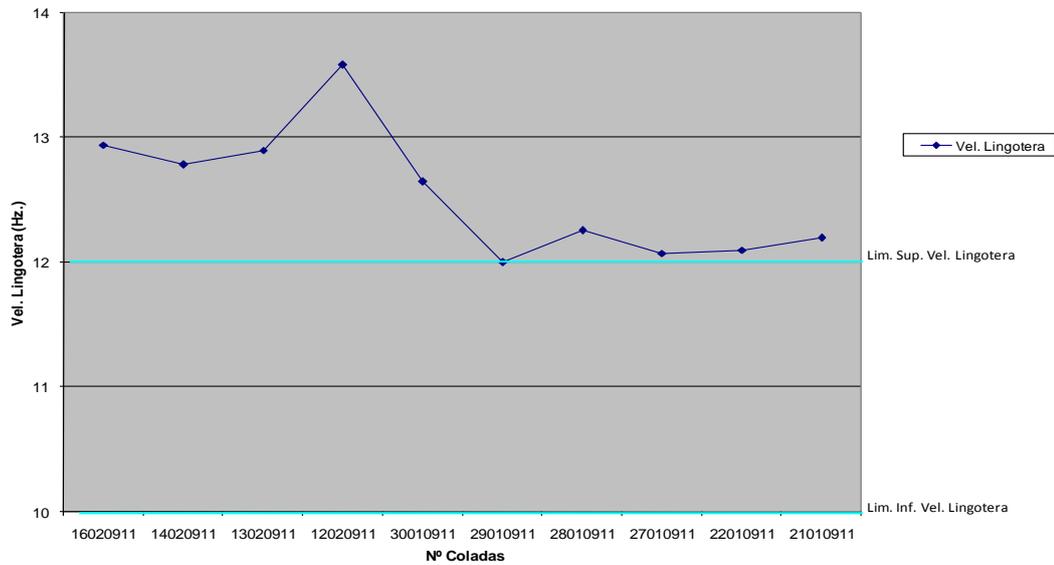


Figura 5.24. Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-1060

Fuente: Elaboración Propia

Para la A-1060, nunca se trabajo bajo los rangos establecidos en la ficha técnica, debido al abundante flujo de metal en la guitarra.

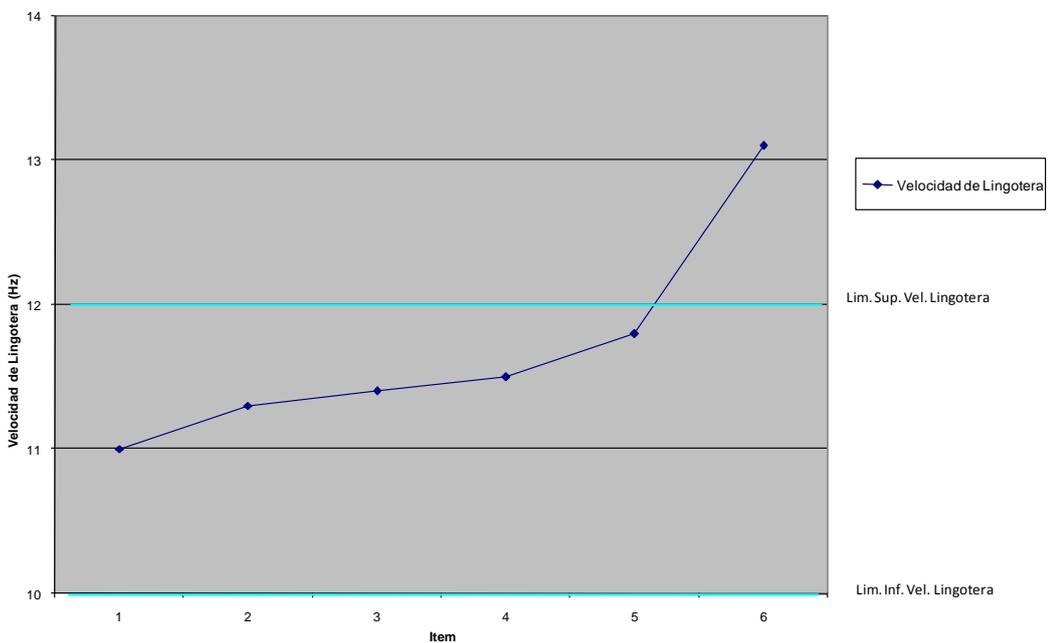


Figura 5.25. Gráfico de promedios de velocidad de lingotera para la A-Deox
Fuente: Elaboración Propia

Para la A-380, debido a que se estudiaron sólo dos coladas se realizó el estudio con las diferentes velocidades de lingotera utilizadas en

esas coladas. Como se observa en el gráfico 5.29, para esta aleación si se mantuvo la velocidad según lo establecido en la ficha técnica, excepto para el final de la colada N° 06020911, que por problemas de derrame de aluminio en la guitarra, se tuvo que aumentar la velocidad de la lingotera a 13,1 rpm.

5.4.6 Pesaje: El área de pesaje está mal ubicada, ya que se encuentra muy cerca del área de colada a través de la lingotera, por lo que las actividades durante la colada y de pesaje se tornan incómodas por la acumulación de gente en esta zona. Además las altas temperaturas del proceso de colada y el ruido, afectan al Operador de Embalaje encargado del pesado de los lingotes.

5.4.7 Preparación de la línea:

Esta operación no se realiza siempre después de terminar cada colada, por lo que el trabajo lo debe efectuar el siguiente turno. Esto afectando el tiempo de producción, ya que en muchas ocasiones el metal encontrado dentro del horno está listo para colar y se debe esperar a que se logre la preparación de la línea (una hora y media), para dar inicio al proceso de colada. Además de lo mencionado, el precalentamiento del canal de transferencia, moldes de lingotera y guitarra se paraliza, debido que al realizar la limpieza de la línea los mecheros y quemadores deben estar apagados por seguridad. Por ello, al iniciar la colada, las zonas expuestas anteriormente de la línea no se encuentran debidamente precalentadas, causando mucha pérdida de temperatura en el trayecto horno n° 1 – guitarra.

Además de todo lo mencionado anteriormente, no existen instrucciones de trabajo ni estándares de tiempo para todas las actividades del proceso (preparación de línea, carga, flejado, pesaje, armado de bultos), lo que ocasiona que los operadores realicen el trabajo de diversas formas y tomándose mucho tiempo para culminarlas.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (A.T.S.).

Para establecer la estandarización de los movimientos para cada operación, primero se realizó un análisis de trabajo seguro, con el fin de modificar y dar mejoras a cada operación, para que los operadores puedan realizar su trabajo de una forma segura. Seguidamente se mencionan los resultados obtenidos del análisis de trabajo a cada operación:

6.1.1 A.T.S. para Operación de Carga

Como se muestra en el apéndice 2, para lograr efectuar esta operación eficientemente se debe de realizar algunos pasos o tomar en cuenta algunas precauciones como:

- Apagar los quemadores del horno antes de comenzar la operación. De esta manera se evita el riesgo de quemaduras y se reduce las altas temperaturas del área.
- No situarse personal ajeno en el lugar de operación, para evitar accidentes con montacargas y posibles accidentes de caída de material encima y para que la operación se realice sin interrupciones.
- El montacargas debe manejar a una velocidad ponderable (no mayor a 15 Km/h).

6.1.2 A.T.S. para Actividades durante la Fusión del Aluminio.

Para las actividades durante la fusión se logra un trabajo seguro, tomando en cuenta las recomendaciones descritas a continuación:

- Usar el E.P.P requerido para cada actividad.
- Colocar un banco que facilite sacar y meter el termo pozo, evitando así, que el Operador de Hornos se pare encima del canal de transferencia para este fin. (Ver apéndice 3: A.T.S. de actividades durante la fusión).

6.1.3 A.T.S. para Operación de Adición de Aleantes:

Según lo descrito en el apéndice 4, se recomienda:

- Asegurar debidamente el material al tomarlo con las uñas del montacargas, para evitar caídas de material encima.
- Al trasladar material al área de hornos, conducir el montacargas a una velocidad ponderable.
- Al cargar los aleantes dentro del horno, apagar quemadores para evitar quemaduras y altas temperaturas del área de trabajo.
- Al Homogenizar el baño, realizar esta operación lentamente, para evitar salpicaduras del metal.
- Utilizar el banco recomendado en el punto anterior, para evitar pararse encima del canal de transferencia al sacar termo pozo.
- Utilizar E.P.P. requerido para cada operación, para evitar y protegerse de inhalación de partículas de los aleantes utilizados, quemaduras y caídas de material encima.

6.1.4 A.T.S. para Remoción de Escoria:

Al estudiar el A.T.S. para esta actividad (ver apéndice 5), se deduce que:

- Se deben apagar los quemadores del horno antes de comenzar la adición del fundente y la remoción de escoria.
- Personal ajeno a la operación, no emplazarse en el área de trabajo, para evitar posibles lesiones y accidentes.
- Utilizar el banco mencionado anteriormente para sacar y meter el termo pozo en el horno.
- Utilizar E.P.P.

6.1.5 A.T.S. para Actividades durante la Colada:

Para este análisis efectuado (ver apéndice 6), se recomienda lo siguiente:

- Revisar continuamente los equipos utilizados (Ventiladores industriales, controlador de velocidad de lingotera, controlador de temperatura de guitarra), para evitar cualquier riesgo eléctrico.
- Al quitar tapón de la piquera tener otro listo para así, controlar el flujo de metal y evitar derrames del mismo.
- Al quitar y apagar los mecheros utilizados para precalentar el canal de transferencia y la guitarra, primero cerrar la válvula de salida de gas y luego quitar los mecheros de los sitios antes mencionados.
- Disponer y colocar en las cercanías del canal de transferencia y guitarra, bancos y plataformas, para facilitar el desnatado del aluminio y así, evitar que los operadores se paren encima de la lingotera.
- Cambiar de sitio el bebedero de agua que se encuentra a las cercanías de la lingotera, para evitar acumulación de personas en esta área.
- Usar E.P.P. requerido para evitar quemaduras, irritación de piel, nariz y ojos, pérdida auditiva y caída de material encima.

6.1.6 A.T.S. para actividades de la finalización de la colada.

Realizando el A.T.S. para estas actividades (ver apéndice 7), se llega a lo siguiente:

- Colocar el nuevo tapón que impide la salida del metal, con precaución evitando así, salpicaduras del mismo.
- Después de colocar el tapón y antes de comenzar con el drenado del metal contenido en la guitarra y en el canal de transferencia, apagar el controlador de velocidad de la lingotera.
- Colocar bancos y plataformas en las cercanías del canal de transferencia y la guitarra, para evitar que los operadores se paren encima de la lingotera al realizar el drenado del metal contenido en los mismos.
- Utilizar E.P.P., para resguardarse de quemaduras, pérdida auditiva e irritación de piel, ojos y nariz.

6.1.7 A.T.S para armado de lingotes en bultos

Según lo descrito en el A.T.S. (ver apéndice 8), para esta operación, se obtiene las siguientes recomendaciones:

- Al buscar lingotes base, tomar los que estén accesibles para evitar pararse encima del cúmulo de lingotes.
- Sujetar debidamente el lingote al armar bulto.
- Pasar el lingote al otro operador, sólo cuando éste se encuentre listo para recibirlo.
- Arrodillarse o doblar rodillas (según sea la altura en que haya que colocar lingote), al ir armando el bulto.
- Utilizar E.P.P, para salvaguardarse en caso de caídas de lingotes encima.

6.1.8 A.T.S. para flejado (fleje galvanizado y de poliéster):

Luego de realizar el A.T.S. para estas dos operaciones (ver apéndice 9 y 10), se deduce que para el logro eficiente de estas, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Realizar constantemente chequeos y mantenimiento al compresor de aire (flejado con fleje galvanizado).
- Al probar salida de aire (flejado con fleje galvanizado), no acercarse a cuerpo, manos ni cara a la boquilla de la tubería de aire.
- Colocar carro contenedor de fleje lo más cerca al bulto a flejar, para evitar que se enrede con otro material e impedir caídas.
- Arrodillarse al meter fleje por la parte inferior del bulto.
- Utilizar E.P.P, para salvaguardarse de ruidos molestos, caídas, cortes de piel y caídas de material encima.

6.1.9 A.T.S para operación de pesaje

Al haber efectuado el A.T.S para la operación de pesaje, se llega a las siguientes recomendaciones (ver apéndice 11):

- No situarse personal ajeno a la actividad en el área de trabajo de esta operación.
- Conducir el montacargas a una velocidad prudencial.
- Al marcar bulto, evitar apoyarse encima del bulto para así, evitar caídas del mismo.
- Cambiar de lugar el área de pesaje, ya que por encontrarse a la cercanía de la lingotera, al momento de producirse la colada, obstruye el desplazamiento de los operadores de fundición. Además estas operaciones en muchas ocasiones se realizan simultáneamente, afectando las altas temperaturas y los ruidos del proceso de colada a los operadores encargados del pesaje.

6.1.10 A.T.S. para preparación de línea

Según lo descrito en el A.T.S. (ver apéndice 12), para cumplir esta actividad de manera segura se debe:

- Al levantar banda de la cinta transportadora, asegurarse que se ha sujetado debidamente con los ganchos de la grúa, para evitar caídas de la misma.
- Colocar un soporte debajo de la banda suspendida para que en caso de que la tensión de los ganchos falle, no caiga violentamente.
- No meter las manos ni el cuerpo debajo de la banda suspendida. Por ello, se recomienda el uso de material de mano de mango largo.
- Tapar las bocas de drenado de emergencia de la guitarra y el canal de transferencia, después de haber quitado de este lugar las pailas llenas de metal y antes de colocar las pailas limpias, para evitar pararse encima de ellas al realizar esta operación.
- Nombrar un Operador de Grúa o en dado caso, dar la labor de manipulación de la grúa de 20 T., al operador con más habilidad para esta actividad, para evitar caídas del material suspendido y choques del mismo con otros equipos.

- Colocar bancos y/o plataformas que faciliten la adición de desmoldante en la guitarra, para evitar que los operadores se paren encima de la lingotera.
- Usar E.P.P. requerido para cada actividad y realizar cada labor con precaución.

6.2 ESTANDARIZACIÓN DE MOVIMIENTOS PARA CADA OPERACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG.

La estandarización de cada operación del proceso productivo, se realizó a través de la observación directa, estudio de tiempos y el análisis de trabajo seguro, para lograr la elaboración y actualización de instrucciones de Trabajo.

Debido a que para las Operaciones de carga y Pesaje, existen diferentes tipos de métodos de trabajo, se realizó un análisis de tiempo y de movimiento para así, obtener el más eficiente.

6.2.1 Procedimiento de Carga:

Como se realizaron arreglos en la puerta del horno, los bultos de lingotes de ALCASA y VENALUM chocan con la puerta del horno, por lo que se debe reducir el tamaño de los mismos para que puedan ser introducidos dentro del horno. Los métodos de preparación de los bultos P-1020 utilizados en la actualidad son los siguientes:

- **Tomar mitad del bulto:**

El procedimiento para la preparación de los bultos de lingotes P-1020 según este método es como se muestra a continuación (ver figura 6.1):

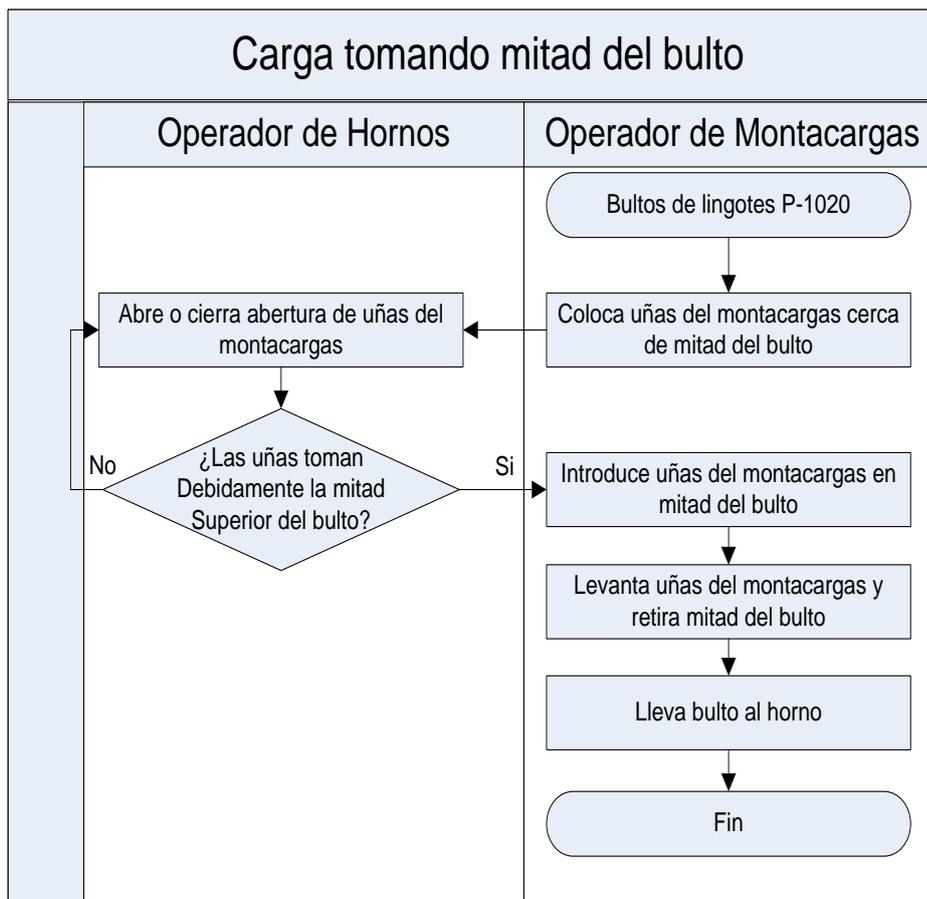


Figura 6.1. Diagrama de Flujo de carga tomando mitad del bulto

Fuente: Elaboración Propia

Aunque realizando la carga de bultos P-1020 de esta manera, sólo requiere de cinco operaciones, la actividad se dificulta al querer tomar el bulto, ya que se debe realizar varios intentos para que las uñas del montacargas logren tomar el mismo. Además que al lograrlo, los lingotes quedan inestables provocando caídas del material y trabajos extra de armado de los lingotes en bultos, dando como resultado que la operación de carga con este tipo de materia prima, dure hasta dos horas.

- **Dividir bultos de lingotes:**

A continuación se describe el procedimiento para preparar los bultos P-1020, utilizando este método (ver figura 6.2):

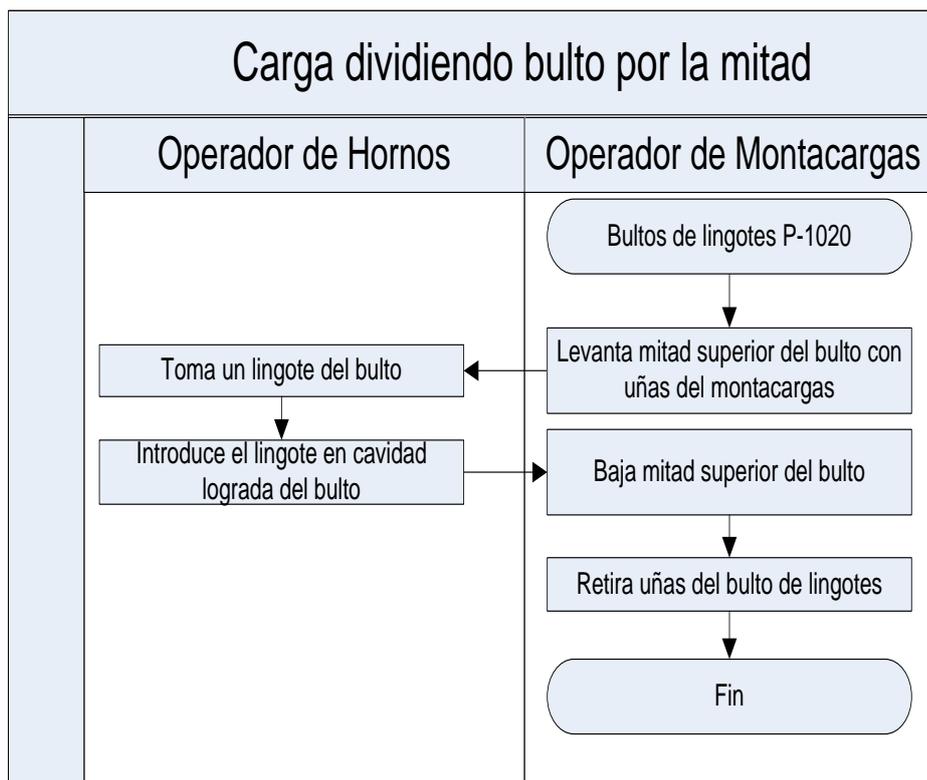


Figura 6.2. Diagrama de Flujo de carga dividiendo bulto de lingotes
Fuente: Elaboración Propia

Realizando la carga de este modo, la toma de la mitad de cada bulto es más sencilla, ya que las uñas del montacargas se pueden cerrar y así, garantizar la estabilidad de los lingotes al tomarlos. Aunque dividir cada bulto dura 20 seg. Y todos los bultos 4 min., la operación total de carga se extiende (una hora y media al cargar el horno con doce bultos de Venalum y una hora cuarenta minutos al cargar quince bultos de Alcasa, sin tomar en cuenta el tiempo para dividir los bultos), por la cantidad de movimientos que debe realizar el montacargas para cargar todos los bultos indicados en el formulario de P.C.P.

- **Reducir el tamaño del bulto de lingotes:**

La preparación de los bultos P-1020, efectuados de esta manera se describe a continuación (ver figura 6.3):

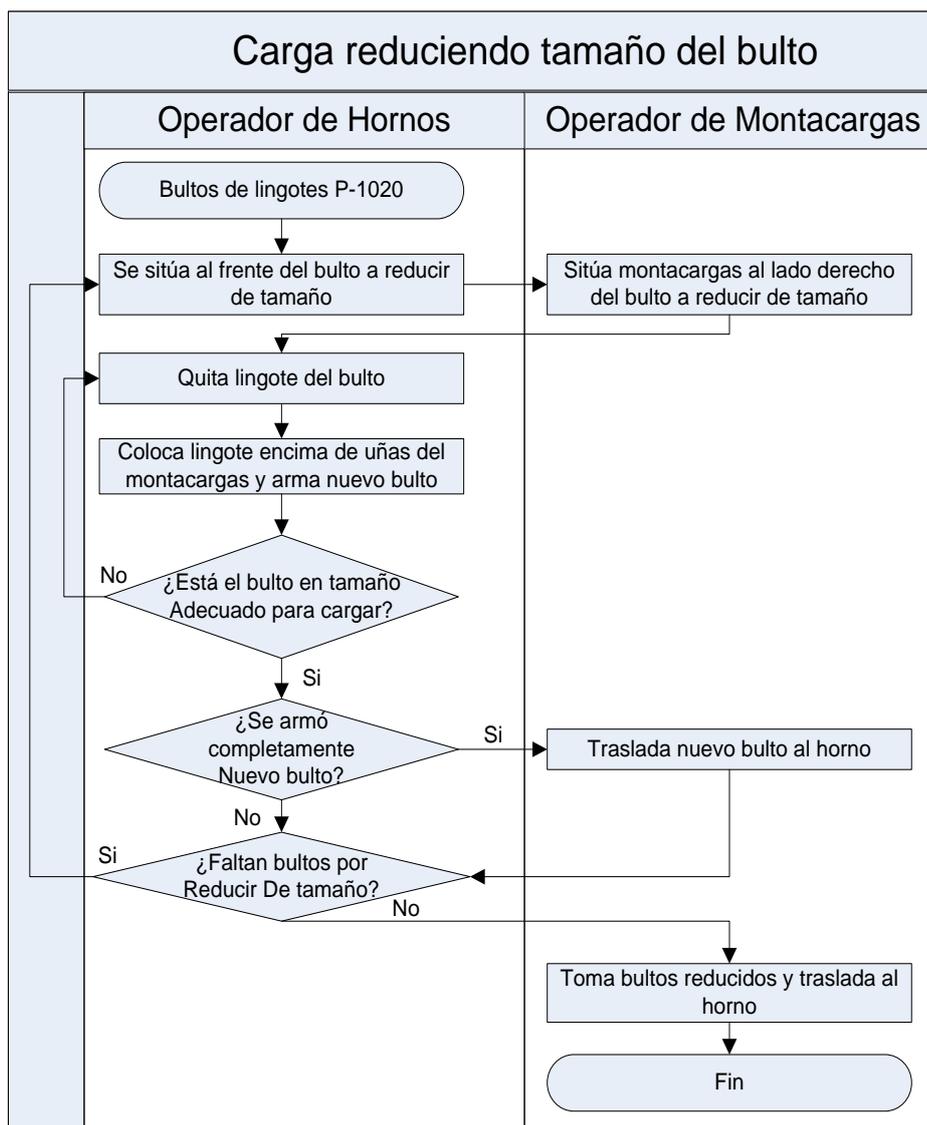


Figura 6.3. Diagrama de Flujo de carga reduciendo tamaño del bulto
Fuente: Elaboración Propia

Aunque preparar los bultos P-1020 quitando dos capas de lingotes de cada bulto (10 min. aprox., en reducir de tamaño todos los bultos y armar nuevo bulto), requiere de más trabajo para el Operador de Hornos, la operación de carga como tal, dura una hora al cargar doce bultos de Venalum y una hora quince minutos al cargar quince bultos de Alcasa.

Seguidamente se muestra una tabla comparativa de los métodos de carga mencionados anteriormente, con el fin de obtener el más óptimo (ver tabla 6.1).

| Métodos de trabajo | Tiempo de preparación de bultos (min.) | Tiempo Total de carga | Observación |
|--------------------------|--|---|--|
| Tomar mitad del bulto | ----- | Hasta 2 horas | Operación tediosa, se desarmen los bultos de lingotes y se deben volver a armar. |
| Dividir bulto | 4 | 1 hora y media (B. Venalum) 1 hora y 40 min. (B. Alcasa) | Preparación de material sencilla. Muchos movimientos al realizar carga. |
| Reducir tamaño del bulto | 10 | 1 hora (B. Venalum) 1 hora 15 min. (B. Alcasa) | Preparación de material con mayor trabajo. Menos cantidad de movimientos que las anteriores al cargar. |

Tabla 6.1. Comparación de métodos para preparación de bultos P-1020

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 6.1, el método de carga óptimo para los bultos P-1020, es reducir el tamaño de los bultos de lingotes, ya que se obtiene un tiempo de carga menor que con los otros métodos. Para que el Operador de Hornos no tenga gran trabajo al realizar la carga, se recomienda realizar la preparación de los bultos en el turno anterior al que va a realizar la carga y de este modo, también se reduce el tiempo de carga ya que se evita el tiempo tomado para preparar los bultos de lingotes.

Por ello, la estandarización de movimientos para esta operación es realizado con la Instrucción de Trabajo OUPIT-003 (ver apéndice 13), en donde se explica detalladamente los pasos a seguir para efectuar de una manera eficiente ésta actividad, tomando en cuenta lo expuesto en el A.T.S. de carga y el estudio de métodos efectuando anteriormente.

6.2.2. Procedimiento de Pesaje de Bultos de Lingotes

Los diferentes métodos de carga utilizados en la actualidad son los siguientes:

- **Pesaje transportando bulto por bulto:**

El pesaje de los bultos de lingotes transportando bulto por bulto se expone a continuación (ver figura 6.4):

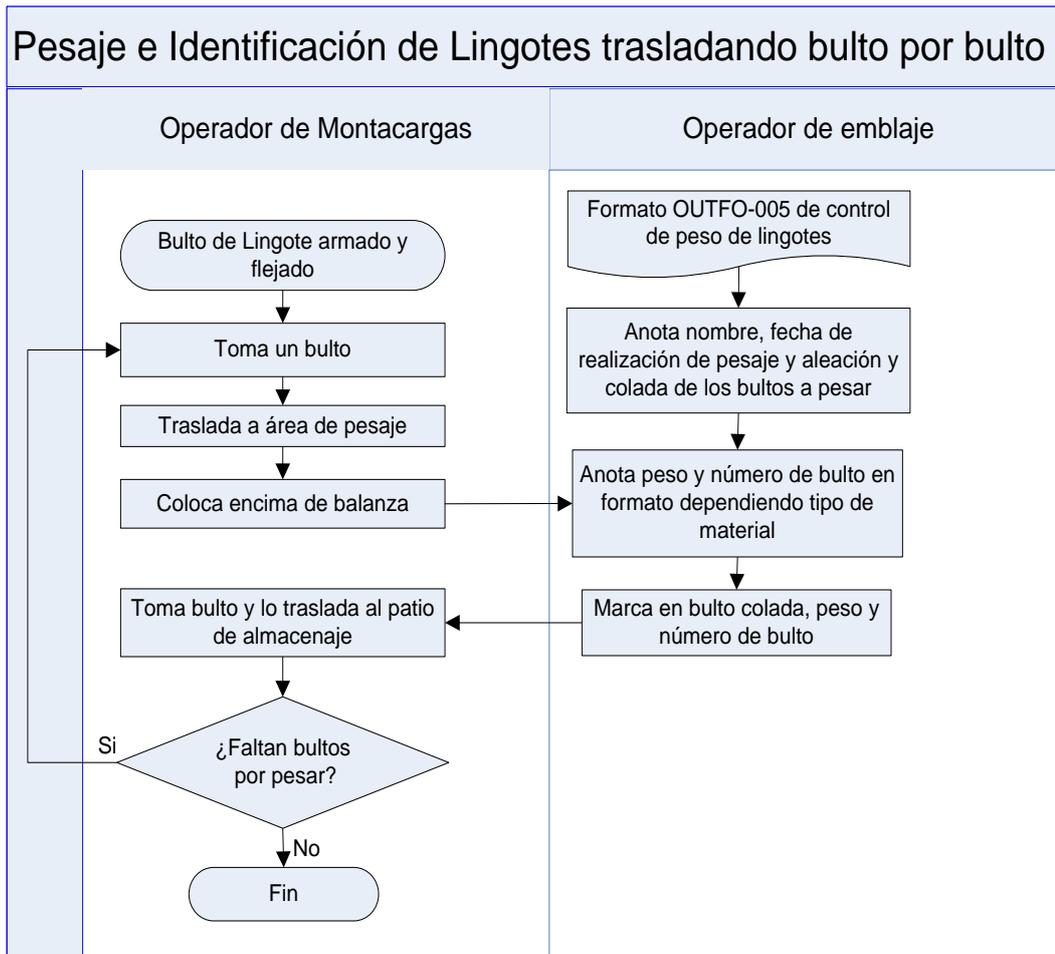


Figura 6.4. Diagrama de Flujo de pesaje transportando bulto por bulto
Fuente: Elaboración Propia

Ejecutando la operación de esta manera, el pesaje e identificación de un bulto dura aproximadamente tres minutos y de toda una colada (27 bultos), dura 75 min. (Una hora y quince minutos). Además de lo mencionado anteriormente el Operador de Montacargas debe realizar un total de 27 viajes de 82 m. (distancia de ida y vuelta de patio de almacenaje a área de pesaje), dando como resultado 2214 m., de recorrido total realizado.

- **Pesaje transportando 6 bultos:**

La operación de carga según este método se explica a continuación (ver figura 6.5):

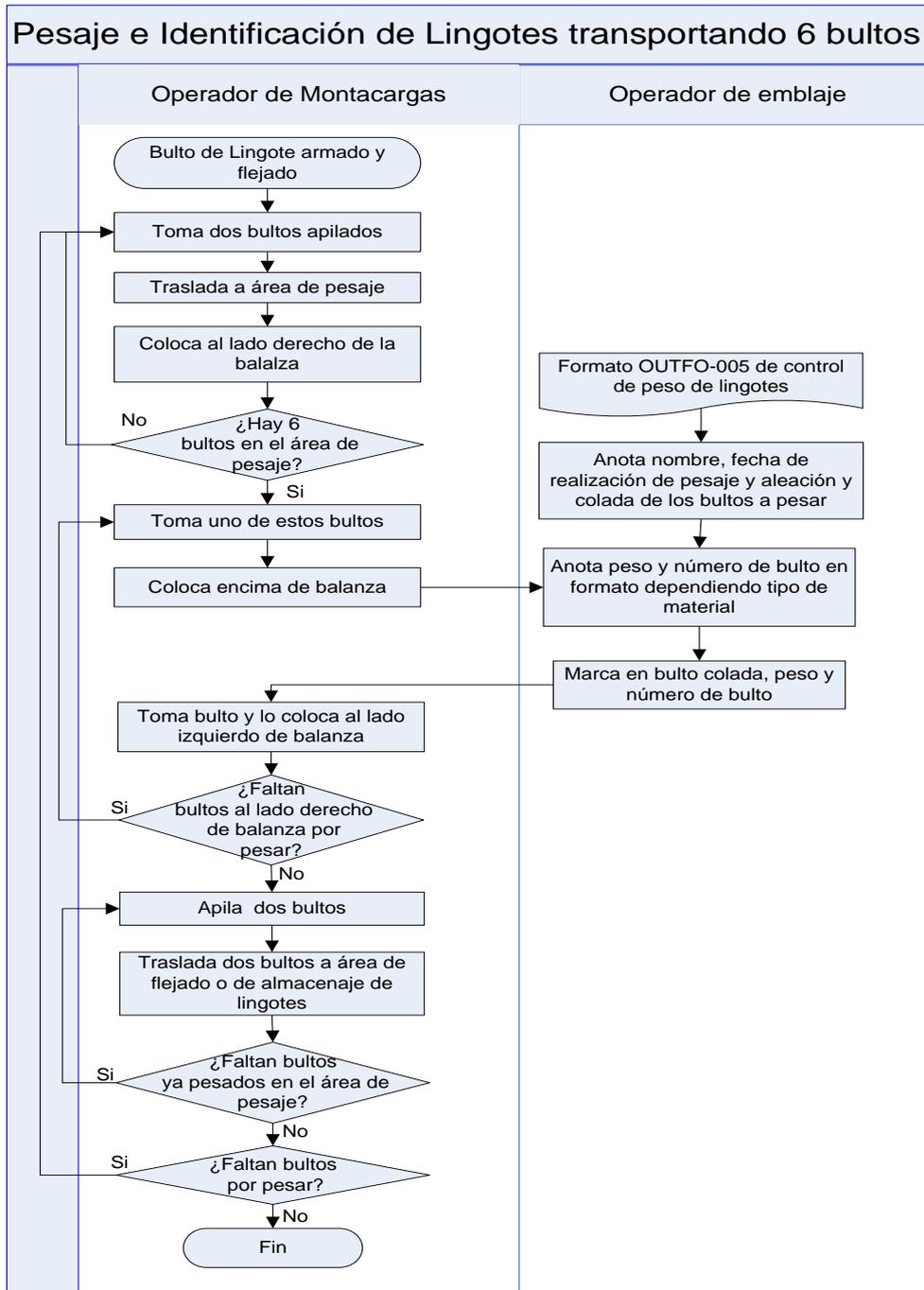


Figura 6.5. Diagrama de Flujo de pesaje transportando 6 bultos
Fuente: Elaboración Propia

Realizando la operación aplicando este método, pesar una colada completa (27 bultos) dura 1h. apróx. De esta manera se realizan 14 viajes, con un total de 1107 m. de recorrido del montacargas.

Para analizar detalladamente los tiempos de cada método, se dividieron cada uno de ellos en elementos, como se muestra en la siguiente tabla (ver tablas 6.2 y 6.3):

Para el método trasladando bulto por bulto:

Elemento 1: Tiempo en buscar bulto

Elemento 2: Tiempo en trasladar bulto al área de pesaje

Elemento 3: Tiempo en pesar y marcar bulto

Elemento 4: Tiempo en trasladar bulto al patio de almacenaje

| Tiempos de cada elemento trasladando bulto por bulto (min.) | | | | |
|---|---------|----------|----------|--------|
| | 1 Bulto | 2 Bultos | 6 Bultos | Colada |
| Elemento 1 | 0,6 | | | |
| Elemento 2 | 1 | | | |
| Elemento 3 | 0,23 | | | |
| Elemento 4 | 0,96 | | | |
| Total | 2,78 | 5,56 | 16,68 | 75,06 |

Tabla 6.2. Tiempos de Pesaje trasladando bulto por bulto

Fuente: Elaboración Propia

Para el método trasladar 6 bultos:

Elemento 1: Tiempo en buscar 2 bultos

Elemento 2: Tiempo de tomar y trasladar 2 bultos apilados al lado derecho de balanza

Elemento 3: Tiempo en tomar 1 bulto y colocar en balanza

Elemento 4: Tiempo en pesar y marcar el bulto.

Elemento 5: Tiempo en tomar y dejar al lado izquierdo el bulto

Elemento 6: Tiempo en trasladar 2 bultos apilados al patio de almacenaje.

| Tiempos de cada Elemento trasladando 6 bultos (min) | | | | |
|---|---------|----------|----------|--------|
| | 1 Bulto | 2 Bultos | 6 Bultos | Colada |
| Elemento 1 | | 0,55 | 1,65 | |
| Elemento 2 | | 1,2 | 3,6 | |
| Elemento 3 | 0,25 | 0,5 | 1,5 | |
| Elemento 4 | 0,25 | 0,5 | 1,5 | |
| Elemento 5 | 0,35 | 0,5 | 1,5 | |
| Elemento 6 | | 0,7 | 2,1 | |
| Total | | 3,95 | 11,85 | 55,3 |

Tabla 6.3. Tiempos de pesaje trasladando 6 bultos

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se presenta una tabla comparativa de los dos métodos de trabajo para la operación de pesaje (ver tabla 6.5).

| Método de pesaje | Recorrido del montacargas (m.) | Tiempo en pesar 2 bultos (min.) | Tiempo en pesar 6 bultos (min.) | Tiempo en pesar colada (min.) | Observaciones |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Trasladando bulto por bulto | 2214 | 5,56 | 16,68 | 75,06 | Trabajo continuo para ambos operadores. |
| Trasladando 6 bultos | 1107 | 3,95 | 11,85 | 55,3 | Mucho tiempo de ocio del Operador de Embalaje (mientras el Operador de Montacargas busca los 6 bultos) |

Tabla 6.4. Comparación de métodos de pesaje

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 6.4, el método más eficiente de pesaje ejecutado en la actualidad, es trasladar 6 bultos al área de pesaje, ya que tanto el tiempo de operación como los recorridos por el montacargas son menores. El único problema al realizar la operación con este método, es el tiempo de ocio que presenta el Operador de Embalaje cuando el Operador de Montacargas se encarga de buscar y trasladar los bultos al área de pesaje y al patio de almacenaje (5 min. aprox. al llevar bultos al área de pesaje y 4 min. aprox. al llevar los bultos pesados). Es por ello, que se propone el siguiente método, como procedimiento estándar para la operación de pesaje (ver figura 6.6):

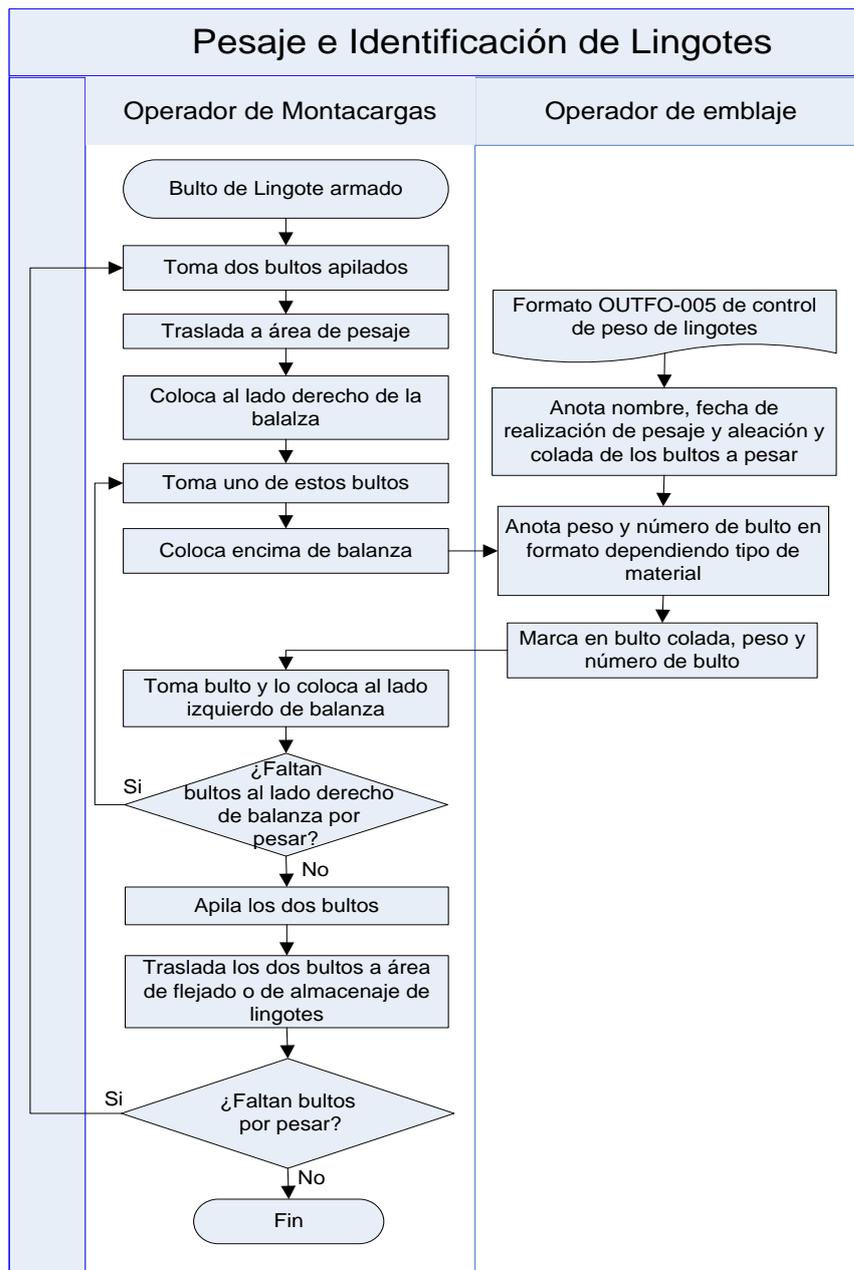


Figura 6.6. Diagrama de Flujo de pesaje transportando 2 bultos

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la operación de pesaje de esta manera, tanto el tiempo total de la actividad como los recorridos del montacargas serán iguales que ejecutando el trabajo trasladando 6 bultos, con la diferencia que el tiempo de ocio del Operado de Embalaje, se reduciría a 2 min. aproximadamente cuando el Operador de Montacargas lleva los bultos al área de pesaje y 1,5 min. cuando los traslada al patio de almacenaje resultando de esta manera, un trabajo más continuo para este Operador.

Es de importancia resaltar que actualmente la empresa cuenta con las Instrucciones de Trabajo OUPIT-018 de Identificación de Lingotes y pailas y OUTNP-OO2 de Inspección, Identificación, almacenamiento y custodia de productos terminados, en donde se describe los métodos a seguir para la identificación, almacenamiento y pesaje de todos los productos terminados de la empresa, presentando operaciones que en el presente no se realizan y además, no se toma en cuenta el manejo de materiales de la operación.

Debido a que mediante la observación directa, se comprobó que para los diferentes productos terminados de la empresa, la identificación, pesaje y almacenamiento, se realiza de distintas formas, se diseñó una nueva instrucción de trabajo, con el método propuesto anteriormente, en donde se refleja cada uno de los pasos a seguir por el Operador de Montacargas y el Operador de Embalaje, para la identificación y pesaje de los bultos de lingotes de 10 kg. (ver apéndice 14).

6.2.3. Procedimientos de remoción de escoria y Homogenizado del Horno N° 1:

Para el procedimiento de remoción de escoria y de homogenizado del horno n° 1, se tomó como base la instrucción de trabajo OUPIT-006 de homogenizado y descoriado de los hornos de fusión del horno n° 1 y n° 4 (ver anexo 14), existente en la empresa.

A causa de que se instalaron nuevos quemadores marca Eclipse en el horno n° 1, hay que tomar en cuenta algunas operaciones para asegurarse del buen funcionamiento de los mismos, que en la instrucción de trabajo no están reflejadas. Igualmente, a través de la observación directa se evidenció que la homogenización del metal no sólo se realiza al cargar los aleantes, sino también al realizar la remoción de escoria del horno, diferenciando una con la otra, en el tiempo de ejecución. Por ello, se crearon instrucciones de trabajo distintas para estas operaciones, tomando en cuenta lo mencionado anteriormente (ver apéndices 15 y 16).

6.2.4. Operación de Adición de Aleantes en el horno nº 1:

En la actualidad la adición de aleantes está descrita en las instrucciones de trabajo OUPIT- 015 de preparación de aleaciones de la serie 3xx, OUPIT-014 de preparación de la aleación 6201 en la línea de lingotes y OUPIT- 012 de preparación de la aleación 1350 en la línea de lingotes (ver anexos 15, 16 y 17), describiendo en cada una de ellas los aleantes a cargar y los pasos a seguir para lograr la aleación deseada. Al realizar el análisis de los documentos antes mencionados y al compararlos con lo ejecutado por los operadores, se evidenció que el procedimiento para realizar las distintas aleaciones a través del horno nº 1 es igual, distinguiéndose cada una por los aleantes a cargar. Además de esto, en ninguna de estas instrucciones de trabajo se mencionan pasos importantes como el pesaje de los aleantes, operaciones realizadas por el personal de unidad técnica y las recomendaciones tomadas en el A.T.S. Es por ello, que se sustituyó las instrucciones mencionadas anteriormente por una sola (ver apéndice 17), donde se describe el método para la preparación de todas las aleaciones en la línea de lingotes.

6.2.5. Operaciones de: Actividades durante la fusión en el horno nº 1, Armado de Lingotes de 10 Kg. en bultos, Flejado con fleje de poliéster y Flejado con fleje galvanizado.

Debido a que en la empresa no existen instrucciones de trabajo para estas actividades, mediante la observación directa y el análisis de trabajo seguro, se estandarizó los movimientos de las mismas con la elaboración de instrucciones de trabajo para cada una de ellas (ver apéndices 18, 19, 20 y 21).

6.2.6. Actividades durante la colada y de finalización de la colada a través de la lingotera y de preparación de línea lingotera:

En la actualidad para estas actividades, existe la instrucción de trabajo OUPNP-002 de actividades durante la colada (ver anexo 18), en

donde se describe los pasos para realizar la colada de la línea de alambión y de la línea lingotera, de una manera general y omitiendo acciones que son importantes para lograr esta operación eficientemente. Por ello, se crean nuevas instrucciones de trabajo de actividades durante la colada y de finalización de la colada a través de la lingotera (ver apéndice 22 y 23), donde se plantea cada función y movimientos de los operadores, para garantizar la trazabilidad de la misma correctamente.

6.2.7. Preparación de la línea de aleaciones en presentación de Lingotes de 10 Kg.

Para esta operación la empresa cuenta con las Instrucciones de Trabajo OUPIT-003 de preparación de línea de lingotes y pailas (ver anexo 19). Al realizar el análisis de este documento con lo ejecutado por los operadores, se observó que en las instrucciones de trabajo de esta actividad, se omiten acciones que son importantes para lograr eficazmente la posterior colada, además que se incluyen trabajos que no son de esta operación como tal. Por ello, se crea una nueva instrucción de trabajo (ver apéndice 24), donde se describe cada actividad a realizar para la preparación de la línea de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.

6.2.8. Lavado de Horno

Para el caso de esta actividad se tomó la Instrucción de Trabajo OUPIT-008 de Lavado de Hornos. No se realizó ningún cambio en este documento, ya que en él se describe como se debe realizar eficientemente esta actividad. La única modificación que se realizó fue incluir el diagrama de flujo de esta actividad, ya que el documento carecía de ello (ver apéndice 25).

Todas estas instrucciones de trabajo están incluidas en el manual de procedimientos del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg (ver apéndice 26).

6.3 APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG.

6.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Las actividades escogidas para la realización del estudio de tiempo, corresponden a las que forman parte del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg.: Carga de materia prima, fusión, enfriamiento de lingotes, armado de lingotes en bultos, flejado tanto con fleje de poliéster como con fleje galvanizado, pesado y preparación de línea. A continuación se identificarán los elementos para la toma de tiempos de cada actividad mencionada.

6.3.1.1 Para la actividad de carga: Aunque anteriormente se realizó un trabajo para el cálculo de tiempo estándar de esta actividad, se vuelve a realizar este cálculo, debido a los arreglos que se realizaron en la puerta del Horno N° 1, ya que ellos inciden directamente en el procedimiento y duración de la operación. La toma de tiempos para esta actividad se realizó desde que el Operador de Montacargas toma el primer material a cargar con las uñas del montacargas hasta cuando el Operador de Hornos cierra la puerta del Horno. Es de resaltar que debido a que el Horno N° 1 se carga con diferente materia prima (bultos de lingotes y pailas P-1020 y material reciclado en planta), se obtuvieron tiempos diferentes según el material cargado. Para efectos de este estudio, se calculará un tiempo estándar general de esta operación, pero es importante estar al tanto, que cuando se cargan pailas P-1020 la duración de la actividad es de 25 min.; cuando se carga bultos P-1020 de Venalum o Alcasa, la actividad dura 65 min. (Una hora cinco min.) y 75 min. (Una hora quince min.) respectivamente y cuando se carga material de reproceso la actividad dura 90 min. o más según el tipo de material a cargar.

6.3.1.2 Fusión de Aluminio: Para efectos del estudio de tiempo de esta actividad, se dividió en dos elementos:

Elemento 1: Cuando el aluminio se funde y alcanza el estado líquido. Tomado desde que el Operador de Hornos cierra la puerta del Horno hasta que la carga logre el estado líquido.

Elemento 2: Cuando el Aluminio alcanza la temperatura para colar. Desde que el Aluminio alcanza el estado líquido hasta que llegue a temperatura para colar (740 °C para la aleación Deox, 720 °C para la aleación 380.0 y 750 °C para la aleación 1060).

6.3.1.3 Enfriamiento de lingotes: El tiempo de esta operación se tomó, desde que se encuentran todos los lingotes de una colada en la zona de enfriamiento de lingotes, hasta que los mismos se encuentran a temperatura ambiente (35 °C aproximadamente).

6.3.1.4 Armado de Lingotes: Esta actividad se dividió en tres elementos:

Elemento 1: Desde que el Operador de Embalaje 1, busca y toma el primer lingote base hasta que todos los lingotes base estén debidamente organizados.

Elemento 2: Desde que el Operador de Embalaje 1, busca y toma el primer lingote plano hasta haber armado la segunda capa del bulto.

Elemento 3: Desde que la segunda capa esté ya armada, hasta que esté armado el bulto en su totalidad.

6.3.1.5 Flejado con fleje de poliéster: Para esta actividad la toma de tiempos se realizó desde que el Operador de Embalaje 1, toma el fleje y lo introduce entre la primera y segunda capa del bulto, hasta que el bulto esté totalmente flejado (con los 4 flejes).

6.3.1.6 Pesado: Esta Operación se dividió en 5 elementos:

Elemento 1: Desde que el Operador de Montacargas toma el primer bulto a apilar, hasta que lo coloca en las cercanías de la balanza de 3 Ton.

Elemento 2: Desde que el Operador de Montacargas toma el bulto a pesar hasta que lo coloca en la balanza.

Elemento 3: Desde que el bulto de lingotes esté debidamente colocado en la balanza, hasta que el Operador Embalaje haya terminado de identificar el bulto.

Elemento 4: Desde que el Operador de Montacargas toma el bulto ya pesado hasta que lo coloca al lado derecho de la balanza.

Elemento 5: Desde que el Operador de Montacargas toma la fila de dos bultos de lingotes hasta que los traslada al patio de almacenaje.

Es importante mencionar que el operador de Montacargas, luego de haber dejado la primera fila de dos bultos de lingotes en el patio de almacenaje, tiene que seguir buscando los demás bultos ya pesados, encontrados en el área de pesaje. Por ello para ganar tiempo toma dos bultos de lingotes sin pesar y los traslada al área de pesaje y luego si procede a tomar los bultos ya pesados. Por ello este elemento es igual al Elemento 1.

6.3.1.7 Flejado con fleje galvanizado: El estudio de tiempo de esta actividad se realizó, desde que el Operador de Embalaje 1, toma el fleje galvanizado y lo introduce entre la primera y segunda capa del bulto hasta que el bulto esté completamente flejado.

6.3.1.8 Preparación de Línea: Debido a que esta Operación consta de muchas actividades realizadas simultáneamente, no se procedió a dividir la operación en elementos. La toma de tiempo se realizó desde que los Operadores comienzan con la limpieza del área hasta que se haya completado toda la operación de preparación (limpia el área y la lingotera, moldes con desmoldante y pailas de drenado limpias).

6.3.2 REGISTRO DE LECTURAS

Para efectuar el registro de tiempo de la ejecución de las actividades del proceso productivo de aleaciones, fue necesario tomar 10

ciclos para cada operación, 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 a diferentes operadores, debido al turno rotativo de trabajo que existe en la empresa, con el fin de obtener el tiempo en realizar la operación del operario promedio.

Una vez cronometrada las operaciones, fueron obtenidas los resultados en minutos (a excepción de la fusión de aluminio y enfriamiento de lingotes, ya que los resultados están en horas) que se muestran en las siguientes tablas (ver tablas 6.5 a 6.12):

| Carga de materia Prima (min.) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---|-------------------------------------|-----------------|---|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ciclos | 68,15 | 24,77 | 88,15 | 17,93 | 72,87 | 37,82 | 25,95 | 75,12 | 86,12 | 64,15 |
| Tipo de Materia Prima cargada | 12 bultos de Venalum | 32 pailas de Alcasa | M.R.P en tolvas | 28 pailas de Alcasa | 15 bultos de Alcasa | 18 bultos reproceso y 3 rollos no aprobados | 15 pailas Alcasa y 6 bultos Venalum | M.R.P en tolvas | M.R.P en tolvas y 7 bultos no aprobados | 12 bultos de Venalum |

Tabla 6.5. Tabla de tiempos de operación de carga

Fuente: Elaboración propia

| Fusión de Aluminio (h.) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------|--|--|------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Elemento 1 | 4,13 | 4,58 | 4,08 | 4,72 | 4,57 | 4,67 | 4,55 | 3,9 | 4,35 | 3,92 |
| Elemento 2 | 2,9 | 3,48 | 1,42 | 3,58 | 0,77 | 1,53 | 3,23 | 3,5 | 3,58 | 2,83 |
| Tipo de Materia Prima cargada | 11 Ton.: Material de reproceso y 4 bultos de Venalum | 32 pailas de Alcasa | 9 Ton: M.R.P (lingotes no aprob., pailas | 11 Ton: 1 rollo no aprob., 13 bultos no aprob. Y 3,5 bultos de Venalum | 12 rollos de reproceso | 14 Ton.: M.R.P. (lingotes y pailas) | 12 bultos de Venalum | 15 pailas y 6 bultos de Venalum | 12 bultos Venalum | 15 bultos Alcasa |
| Aleación a Preparar | Deox | 1060 | 1060 | 1060 | Deox | 380.0 | 1060 | 1060 | 1060 | 1060 |

Tabla 6.6. Tabla de tiempos de fusión de aluminio

Fuente: Elaboración propia

| Enfriamiento de lingotes (horas.) | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 3,31 | 4,18 | 3,07 | 3,27 | 4,05 | 3,92 | 3,73 | 3,60 | 3,82 | 3,78 |

Tabla 6.7. Tabla de tiempos de enfriamiento de lingotes

Fuente: Elaboración propia

| Armado de Lingotes en bultos (min.) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Elemento 1 | 0,71 | 1,56 | 0,92 | 0,61 | 1,32 | 0,65 | 0,08 | 1,13 | 0,81 | 1,26 |
| Elemento 2 | 0,74 | 0,65 | 1,09 | 1,07 | 0,86 | 0,69 | 0,63 | 0,61 | 1,14 | 0,56 |
| Elemento 3 | 5,35 | 3,31 | 4,39 | 4,48 | 4,01 | 3,97 | 6,33 | 5,3 | 5,01 | 4,56 |

Figura 6.8. Tabla de tiempos de armado de lingotes en bultos

Fuente: Elaboración propia

| Fleje con fleje de poliéster (min.) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 2,76 | 2,85 | 2,55 | 2,3 | 2,78 | 2,87 | 2,74 | 2,4 | 2,2 | 2,86 |

Tabla 6.9. Tabla de tiempos de flejado con fleje de poliéster

Fuente: Elaboración propia

| Fleje con fleje galvanizado (min.) | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 2,75 | 2,71 | 2,86 | 2,63 | 3,01 | 2,91 | 2,85 | 2,55 | 2,75 | 2,39 |

Figura 6.10. Tabla de tiempos de flejado con fleje galvanizado

Fuente: Elaboración propia

| Pesaje (min.) | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Elemento 1 | 0,47 | 0,4 | 0,45 | 0,55 | 0,52 | 0,65 | 0,58 | 0,62 | 0,68 | 0,6 |
| Elemento 2 | 0,74 | 0,86 | 1 | 1,13 | 1,19 | 1,22 | 1,38 | 1,49 | 1,58 | 1,65 |
| Elemento 3 | 0,24 | 0,2 | 0,31 | 0,17 | 0,18 | 0,31 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,28 |
| Elemento 4 | 0,14 | 0,16 | 0,13 | 0,22 | 0,18 | 0,31 | 0,24 | 0,25 | 0,31 | 0,4 |
| Elemento 5 | 0,3 | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,28 | 0,15 | 0,21 | 0,24 | 0,37 | 0,25 |
| Elemento 6 | 0,71 | 0,54 | 0,49 | 0,35 | 0,45 | 0,6 | 0,76 | 1 | 0,94 | 0,99 |

Figura 6.11. Tabla de tiempos de pesaje

Fuente: Elaboración propio

| Preparación de Línea (seg.) | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ciclos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 78,9 | 73,93 | 80,8 | 82,65 | 71,88 | 66,02 | 69,31 | 61,12 | 72,65 | 74,28 |

Figura 6.12. Tabla de tiempos de preparación de línea

Fuente: Elaboración propia

6.3.3 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 aleaciones 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) para la muestra de 10 observaciones que se llevaron a cabo para esta actividad (ver anexo 20).

$$c = 1 - \alpha \Rightarrow \alpha = 1 - c$$

$$\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$$

$$\nu = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

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 22. Tabla de “t” student).

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

4. Cálculo del intervalo de confianza (I):

$$I = \bar{x} \pm \frac{t_c \cdot S}{\sqrt{n}}$$

5. Cálculo del intervalo de la muestra (I_m)

$$I_m = \frac{2t_c \cdot S}{\sqrt{n}}$$

Empleando el criterio de decisión. } Si $I_m \leq I$ acepta
 } $I_m > I$ rechaza

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

6.3.3.1 Carga de materia prima

Para esta operación se obtuvo los siguientes resultados (ver tabla 6.13):

| X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|-------------|----------------|-------|----------------|
| 53,59 | 27,84 | 69,73 | 32,27 |

Tabla 6.13. Datos para tamaño de muestra de carga de materia prima

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.2 Fusión de Aluminio

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:

$$X_{\text{operación}} = X_{\text{elemento}_1} + X_{\text{elemento}_2}$$

Los resultados arrojados son los siguientes (ver tabla 6.14):

| X_elemento_1 | X_elemento_2 | X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|--------------|--------------|-------------|----------------|------|----------------|
| 4,35 | 2,68 | 7,03 | 1,08 | 7,65 | 1,25 |

Tabla 6.14. Datos para tamaño de muestra de fusión de aluminio

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.3 Enfriamiento de lingotes.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación (ver tabla 6.15):

| X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|-------------|----------------|------|----------------|
| 3,67 | 0,36 | 4,24 | 1,1 |

Tabla 6.15. Datos para tamaño de muestra de enfriamiento de lingotes

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.4 Armado de Lingotes en bultos.

Como se dividió ésta operación en tres elementos, para el cálculo del promedio de la actividad en general se realiza con la siguiente fórmula:

$$X_{\text{operación}} = X_{\text{elemento}_1} + X_{\text{elemento}_2} + X_{\text{elemento}_3}$$

Los resultados arrojados son los siguientes (ver tabla 6.16):

| X_elemento_ 1 | X_elemento_ 2 | X_elemento_ 3 | X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|------|----------------|
| 0,90 | 0,80 | 4,67 | 6,38 | 0,61 | 6,73 | 0,71 |

Tabla 6.16. Datos para tamaño de muestra de armado de lingotes

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.5 Flejado con fleje de poliéster.

Los resultados son los siguientes (ver tabla 6.17)

| X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|-------------|----------------|------|----------------|
| 2,63 | 0,25 | 2,77 | 0,29 |

Tabla 6.17. Datos para tamaño de muestra de flejado con fleje de poliéster

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.6 Flejado con fleje galvanizado.

Para esta actividad los resultados son los siguientes(ver tabla 6.18):

| X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|-------------|----------------|------|----------------|
| 2,74 | 0,14 | 2,82 | 0,16 |

Tabla 6.18. Datos para tamaño de muestra de flejado con fleje galvanizado

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.7 Pesaje

Debido a que el método óptimo de pesaje se realiza transportando dos bultos apilados de lingotes y se dividió la operación en cinco elementos, para el cálculo del promedio de la actividad en general se realiza con la siguiente fórmula:

$$X_{\text{operación}} = X_{\text{elemento}_1} + X_{\text{elemento}_2} + 2 \cdot X_{\text{elemento}_3} + 2 \cdot X_{\text{elemento}_4} + 2 \cdot X_{\text{elemento}_5} + X_{\text{elemento}_6}$$

Siguiendo la fórmula se obtuvo los siguientes resultados (ver tabla 6.19):

| Xelemento 1 | Xelemento 2 | Xelemento 3 | Xelemento 4 | Xelemento 5 | Xelemento 6 | X_Op. | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------------|------|----------------|
| 0,55 | 1,22 | 0,24 | 0,23 | 0,26 | 0,68 | 3,92 | 0,67 | 4,33 | 0,7 7 |

Tabla 6.19. Datos para tamaño de muestra de pesaje

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.3.8 Preparación de la Línea

Los resultados son los siguientes:

| X_Operación | Desv. Est. (S) | I | I _m |
|-------------|----------------|-------|----------------|
| 73,15 | 6,63 | 76,99 | 7,68 |

Tabla 6.20. Datos para tamaño de muestra de preparación de la línea

Fuente: Elaboración propia

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

6.3.4 DETERMINACION DEL TIEMPO ESTANDAR

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.

$$T E = T N + \sum \text{tolerancias}$$

6.3.4.1 TIEMPO ESTANDAR DE CARGA

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:

$$TN: TPS \times Cv$$

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:

$$\mathbf{T.P.S = 53,59 \text{ min.}}$$

✓ Calificación de la velocidad (Cv): Para su cálculo Cv se empleó el sistema Westinghouse (Ver anexo 21), 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 buena, 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 modo de resumen (ver tabla 6.21):

| | | | |
|---------------------|------------|--------------|-------------|
| HABILIDAD | Excelente | B2 | +0.08 |
| ESFUERZO | Bueno | C1 | +0.05 |
| CONDICIONES | Deficiente | F | -0.07 |
| CONSISTENCIA | Buena | E | +0.01 |
| | | TOTAL | 0.07 |

Tabla 6.21: Calificación de velocidad del Operador de Montacargas para efectuar proceso de carga del Horno N° 1.

Fuente: Elaboración propia.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = 0.07$$

$$C_v = 1 + 0.07$$

$$C_v = 1.07$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N = 53,59 \text{ min.} * 1,07$$

T.N= 57,34 min.

Cálculo de las Tolerancias:

Durante la ejecución de la operación de carga del Horno N° 1, se pudo constatar mediante la observación directa y por información proporcionada en la empresa, que las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (área de hornos), presenta un ambiente de trabajo con una temperatura mayor de 40 °C, con circulación normal de aire, con condiciones ambientales de polvo y emanaciones de humo. Aunado a esto se evidenció una humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. 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. Con respecto 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 la duración del trabajo, puede completarse en una hora o menos. La repetición del ciclo para la operación es regular, una sola vez al día en el Horno N° 1.

No se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es realizada con ayuda del montacargas. 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 6.22), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga (ver anexo 22).

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|-------------------------|-------|------------|
| TEMPERATURA | IV | 40 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | III | 20 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | IV | 30 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | III | 60 |
| REPETICION DEL CICLO | II | 40 |
| ESFUERZO FISICO | I | 20 |
| ESFUERZO MENTAL | IV | 50 |
| POSICION DE PIE | I | 10 |
| TOTAL | | 285 |

Tabla 6.22: Concesiones por Fatiga del Operador de Montacargas para efectuar carga del Horno N° 1.

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, se estableció por el método sistemático un total de 285 puntos, perteneciendo a la clase D_5 , 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 = D_5

RANGO: 283-289

% CONCESIONES POR FATIGA = 20%

FATIGA = 80 min.

(Ver anexo 23).

2. Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Para efectuar el cálculo de la JET, es significativo indicar que la jornada de trabajo del personal de producción es de tres turnos de 8 hrs. continuas cada uno (7:00am a 3:00pm, 3:00pm a 11:00pm y de 11:00pm a 7:00am), con solamente media hora (30 min.) de descanso para comida y/o necesidades personales.

Por concepto de Tiempo de preparación inicial para carga el operario toma trece (13) minutos aproximadamente para llenar de combustible y realizar revisiones mecánicas.

Para efectos de la actividad de carga, no hay tiempo de preparación final, ya que una vez efectuada, se espera a que el aluminio logre fundirse.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 13 minutos

TPf= 0 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30 + 13)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (43) \text{ min.}$$

$$JET = 437 \text{ min.}$$

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga, de la siguiente manera:

$$JET - (\text{Fatiga} + \text{NP}) \longrightarrow (\text{Fatiga} + \text{NP})$$

$$\text{TN} \longrightarrow \text{X}$$

$$437 \text{ min} - (80 + 30) \text{ min} \longrightarrow (80 + 30) \text{ min}$$

$$57,34 \text{ min.} \longrightarrow \text{X}$$

$$\text{X} = 19,28 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación carga del Horno N°

1 es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = (57,34 + 19,28) \text{ min.}$$

$$TE = 76,63 \text{ min} = 1 \text{ hora y } 17 \text{ min. Aprox.}$$

6.3.4.2 TIEMPO ESTANDAR DE FUSIÓN DE ALUMINIO

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 N° 1, sin necesidad de actividades realizadas por el Operador de Hornos, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar esta dado por:

$$TE = TN ; \text{ donde } TN = TPS \times Cv; \text{ siendo } Cv = 1$$

$$\text{Entonces } TE = TPS$$

$$TE = 7,03 \text{ Horas.}$$

6.3.4.3 TIEMPO ESTANDAR DE ENFRIAMIENTO DE LINGOTES

Debido a que el tiempo de esta operación está dado por la temperatura en que se encuentra el ambiente y al velocidad del enfriamiento de los lingotes, sin necesidad de actividades realizadas por operadores, la fórmula para el cálculo del tiempo estándar esta dado por:

$$TE = TN ; \text{ donde } TN = TPS \times Cv; \text{ siendo } Cv = 1$$

$$\text{Entonces } TE = TPS$$

$$TE = 3,67 \text{ Horas} = 3 \text{ horas con } 40 \text{ min. Aprox.}$$

6.3.4.4 TIEMPO ESTANDAR DE ARMADO DE BULTOS

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:

$$TN: TPS \times Cv$$

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:

$$\text{T.P.S} = 6,38 \text{ min.}$$

- ✓ Calificación de la velocidad (Cv)

HABILIDAD: Para efecto de la operación de organizar los lingotes en bultos, es buena, ya que los operadores requieren de cierta habilidad para apilar adecuadamente los lingotes por bultos y de quitarle los residuos de aluminio a cada lingote.

ESFUERZO: El esfuerzo que ejercen los operadores es excesivo, ya que a pesar de que cada lingote pesa 10 Kg. y 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 buena, pues en el trabajo se realiza en el patio de almacenaje, con luz solar, a temperatura ambiente, sin emanaciones de humo ni polvo.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez dicha actividad no varía notablemente. A modo de resumen (ver tabla 6.23):

| | | | |
|---------------------|----------|--------------|-------|
| HABILIDAD | Buena | C1 | +0.06 |
| ESFUERZO | Excesivo | A1 | +0.13 |
| CONDICIONES | Buena | C | +0.02 |
| CONSISTENCIA | Buena | E | +0.01 |
| | | TOTAL | 0.22 |

Tabla 6.23: Calificación de velocidad del Operador para armar lingotes en bultos.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = 0.22$$

$$C_v = 1 + 0.22$$

$$C_v = 1.22$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N = 6,38 \text{ min.} * 1,22$$

$$\mathbf{T.N = 7,78 \text{ min.}}$$

Cálculo de las Tolerancias:

Durante la ejecución de la operación de apilamiento de lingotes, se pudo constatar mediante la observación directa y por información proporcionada en la empresa, que las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (patio de almacenaje), presenta un ambiente de trabajo ambiente (entre 30 °C y 35 °C), con circulación normal de aire, sin emanaciones de polvo ni humo. Aunado a esto se evidenció una humedad característica de ambiente seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa. Se trabaja con iluminación solar.

Por otro lado, aunque el armado de un bulto se realiza en cinco minutos o menos, lograr armar toda una colada tiene una duración de dos horas o más por la fatiga acumulada. La repetición del ciclo para la operación es monótona, ya que los operadores arman más de veinte bultos por día.

Se necesita de gran esfuerzo físico ya que la actividad es de carga de 10 Kg. y durante casi toda la jornada de trabajo. No se requiere de atención mental y visual ni concentración. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es parado, con continuos

movimientos de brazos, empinamiento del tronco o agacharse, aunque existe tiempo para que los operadores se sientan para descansar.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (ver tabla 6.24), con su respectiva puntuación según las concesiones por fatiga.

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|-------------------------|-------|------------|
| TEMPERATURA | III | 15 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | I | 5 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | III | 20 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | IV | 80 |
| REPETICION DEL CICLO | IV | 80 |
| ESFUERZO FISICO | III | 60 |
| ESFUERZO MENTAL | I | 10 |
| POSICION DE PIE | III | 30 |
| TOTAL | | 315 |

Tabla 6.24: Concesiones por Fatiga de Operador para armar lingotes en bultos .

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, se estableció por el método sistemático un total de 315 puntos, perteneciendo a la clase E₄, situado en el rango (311 - 317), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 24% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 93 minutos.

CLASE = E₄

RANGO: 311-317

% CONCESIONES POR FATIGA =24%

FATIGA = 93 min.

Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Para efectuar el cálculo de la JET, es significativo indicar que la jornada de trabajo del personal de producción es de tres turnos de 8 hrs. continuas cada uno (7:00am a 3:00pm, 3:00pm a 11:00pm y de 11:00pm a 7:00am), con solamente media hora (30 min.) de descanso para comida y/o necesidades personales.

Por concepto de Tiempo de preparación inicial, se toma la actividad que realiza el Operador de Montacargas de remover los lingotes y así lograr que se despeguen, la duración de ella es de 2 min.

Para efectos de la actividad de armado de lingotes, no hay tiempo de preparación final, ya que una vez efectuada, se espera para proceder a la operación de flejado.

Cabe destacar, que debido a que en esta actividad se tiene que verificar la calidad de los lingotes (quitar conchas y lágrimas y observación del estado), se toma como demora inevitable de 1 min. por bulto para realizar esta actividad.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 2 minutos

TPf= 0 minutos

Demora= 1 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30 + 2 + 1)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (33) \text{ min.}$$

$$JET = 447 \text{ min.}$$

Ahora se procede a realizar la normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga, de la siguiente manera:

JET – (Fatiga + NP) \longrightarrow (Fatiga + NP)

TN \longrightarrow X

447 min – (93 + 30)min \longrightarrow (93 + 30) min

7,78 min. \longrightarrow X

X = 2,95 min. = Σ Tolerancias fijas

Finalmente el Tiempo Standard de la operación carga del Horno N° 1 es:

TE = TN + Σ Tolerancias fijas

TE = (7,78 + 2,95) min.

TE = 10,73 min. por bulto

Estimando que por cada colada salen aproximadamente 27 bultos, se tiene un tiempo estándar de armado de bultos de **289,71 min. (4 horas con 50 min. Aprox.)**

6.3.4.5 TIEMPO ESTANDAR DE FLEJADO (FLEJE DE POLIESTER)

Operación realizada por los Operadores de Embalaje.

Cálculo del Tiempo Normal

TN: TPS x Cv

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S): Fue calculado con anterioridad y está dado por:

T.P.S = 2,63 min.

✓ Calificación de la velocidad (Cv):

HABILIDAD: Para la actividad de flejado utilizando fleje de poliéster, es buena, ya que para manejar la máquina flejadora se requiere de cierta habilidad para lograr eficientemente el trabajo.

ESFUERZO: Se califica como regular, ya que se requiere de un poco de esfuerzo para manejar la máquina flejadora.

CONDICIONES: Se calificó como buena, pues en el trabajo se realiza en el patio de almacenaje, con luz solar, a temperatura ambiente, sin emanaciones de humo ni polvo.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez el flejado no varía notablemente.

A modo de resumen (ver tabla 6.25):

| | | | |
|---------------------|---------|--------------|-------------|
| HABILIDAD | Buena | C1 | +0.06 |
| ESFUERZO | Regular | D | 0.00 |
| CONDICIONES | Buena | C | +0.02 |
| CONSISTENCIA | Buena | E | +0.01 |
| | | TOTAL | 0.09 |

Tabla 6.25: Calificación de velocidad del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje de poliéster.

Fuente: Elaboración propia.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = 0.09$$

$$C_v = 1 + 0.09$$

$$C_v = 1.09$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N = 2,63 \text{ min.} * 1,09$$

$$\mathbf{T.N = 2,87 \text{ min.}}$$

Cálculo de las Tolerancias:

Para el Flejado utilizando fleje de poliéster, las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (patio de almacenaje), presenta un ambiente de trabajo a temperatura ambiente (entre 30 °C y 35 °C), con circulación normal de aire, sin emanaciones de polvo ni humo.

Se trabaja con iluminación solar. La humedad característica de ambiente es seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa.

Por otro lado, aunque el flejado de un bulto se realiza en menos de cinco minutos, flejar todos los bultos de una colada se logra en casi una hora. La repetición del ciclo para la operación es monótona, ya que se flejan más de veinte bultos en un día.

Se necesita poco esfuerzo para manipular la máquina flejadora. Se requiere de atención mental y visual continuas para que el bulto quede bien asegurado con el fleje. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es parado, con continuos movimientos de brazos y agachándose.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (ver tabla 6.26).

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|------------------------------------|--------------|---------------|
| TEMPERATURA | III | 15 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | I | 5 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | III | 20 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | III | 60 |
| REPETICION DEL CICLO | IV | 80 |
| ESFUERZO FISICO | I | 20 |
| ESFUERZO MENTAL | III | 30 |
| POSICION DE PIE | III | 30 |
| TOTAL | | 275 |

Tabla 6.26: Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje de poliéster

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, se estableció por el método sistemático un total de 275 puntos, perteneciendo a la clase D₃, situado en el rango (269 - 275), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 18% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 73 minutos.

CLASE = D₃

RANGO: 269-275

% CONCESIONES POR FATIGA = 18%

FATIGA = 73 min.

Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Por concepto de Tiempo de preparación inicial para la Operación de flejado el Operador de Embalaje, se toma un minuto para trasladar tanto el carro contenedor de fleje como la máquina flejadora.

No hay tiempo de preparación final, ya que una vez cumplida la operación, se espera para el pesaje de los bultos.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 1 minutos

TPf= 0 minutos

$$JET = JT - (30 + 1)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (31) \text{ min.}$$

$$JET = 449 \text{ min.}$$

Normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga:

$$449 \text{ min} - (73 + 30) \text{ min} \longrightarrow (73 + 30) \text{ min}$$

$$2,63 \text{ min.} \longrightarrow X$$

$$X = 0,78 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = (2,63 + 0,78) \text{ min.}$$

TE = 3,41 min. por flejado de un bulto

Estimando los 27 bultos que salen de una colada, se tiene un TE de flejado de: **92,14 min. (1 hora y 32 min. Aprox.)**

6.3.4.6 TIEMPO ESTANDAR DE FLEJADO (FLEJE GALVANIZADO)

Cálculo del Tiempo Normal

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S): Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$T.P.S = 2,74 \text{ min.}$$

✓ Calificación de la velocidad (Cv):

HABILIDAD: Para la actividad de flejado utilizando fleje de galvanizado, es buena, ya que para manejar la máquina flejadora se requiere de cierta habilidad para lograr eficientemente el trabajo al igual que para manipular el fleje, ya que por la dureza del material se dificulta su manejo.

ESFUERZO: Se califica como bueno, ya que se ejerce un poco de esfuerzo para manejar la máquina flejadora y para manipular el fleje durante la operación.

CONDICIONES: Se calificó como buena, pues en el trabajo se realiza en el patio de almacenaje, con luz solar, a temperatura ambiente, sin emanaciones de humo ni polvo.

CONSISTENCIA: Es buena, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez el flejado no varía notablemente.

A modo de resumen (ver tabla 6.27):

| | | | |
|---------------------|-------|--------------|-------------|
| HABILIDAD | Buena | C1 | +0.06 |
| ESFUERZO | Bueno | D | 0.02 |
| CONDICIONES | Buena | C | +0.02 |
| CONSISTENCIA | Buena | E | +0.01 |
| | | TOTAL | 0.11 |

Tabla 6.27: Calificación de velocidad del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje galvanizado.

Fuente: Elaboración propia.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = 0.11$$

$$C_v = 1 + 0.11 \qquad C_v = 1.11$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N \text{ 2,74 min.} * 1,11$$

$$\mathbf{T.N = 3,04 \text{ min.}}$$

Cálculo de las Tolerancias:

Para el Flejado utilizando fleje de poliéster, las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (patio de almacenaje), presenta una temperatura entre 35 °C y 40 °C, con circulación normal de aire y emanaciones de polvo y humo por las operaciones que se realizan en la planta. La iluminación es fluorescente con aprovechamiento de la luz solar. La humedad característica de ambiente es seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa.

Por otro lado, aunque el flejado de un bulto se realiza en menos de cinco minutos, flejar todos los bultos de una colada se logran en más de una hora. La repetición del ciclo para la operación es monótona, ya que se flejan más de veinte bultos en un día.

Se necesita poco esfuerzo para manipular la máquina flejadora. Se requiere de atención mental y visual continuas, para que el bulto quede bien asegurado con el fleje. Por último la posición de trabajo para que el

operador realice su trabajo es parado, con continuos movimientos de brazos y agachándose.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (ver tabla 6.28):

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|-------------------------|-------|------------|
| TEMPERATURA | III | 15 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | II | 10 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | IV | 30 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | IV | 80 |
| REPETICION DEL CICLO | IV | 80 |
| ESFUERZO FISICO | I | 20 |
| ESFUERZO MENTAL | III | 30 |
| POSICION DE PIE | III | 30 |
| TOTAL | | 310 |

Tabla 6.28: Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para flejar bultos con fleje galvanizado

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, se estableció por el método sistemático un total de 310 puntos, perteneciendo a la clase E₃, situado en el rango (304 - 310), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 23% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 90 minutos.

CLASE = E₅

RANGO: 304 - 310

% CONCESIONES POR FATIGA =23%

FATIGA = 90 min.

Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Por concepto de Tiempo de preparación inicial para esta operación, el operario toma cinco minutos aproximadamente para llevar los materiales al área y probar la salida de aire de la tubería provista para esta operación.

No hay tiempo de preparación final, ya que cumplida la operación los bultos quedan almacenados en esta área a la espera de su despacho.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 5 minutos

TPf= 0 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30 + 5)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (35) \text{ min.}$$

$$JET = 445 \text{ min.}$$

Normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga,:

$$445 \text{ min} - (90 + 30) \text{ min} \longrightarrow (90 + 30) \text{ min}$$

$$3,04 \text{ min.} \longrightarrow X$$

$$X = 1,12 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación carga del Horno N° 1 es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = (3,04 + 1,12) \text{ min.}$$

TE = 4,16 min. de flejado de un bulto

Debido a que sólo se flejan con este material los bultos de lingotes que están aprobados para la venta, se estima por colada 24 bultos por colada.

Entonces se tiene:

TE = 99,84 min. por flejado de una colada (1 hora 50 min. Aprox.)

6.3.4.7 TIEMPO ESTANDAR DE PESADO DE BULTOS DE LINGOTES

Cálculo del Tiempo Normal

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S): Fue calculado con anterioridad y está dado por:

$$\mathbf{T.P.S = 3,92 \text{ min.}}$$

✓ Calificación de la velocidad (Cv):

HABILIDAD: Para esta actividad, es buena, ya que se requiere de un poco de habilidad para manejar el montacargas manipulando los dos bultos de lingotes.

ESFUERZO: Se califica como aceptable, ya que no se ejerce esfuerzo alguno para manejar el montacargas ni para marcar los bultos de lingotes.

CONDICIONES: Se calificó como deficiente, ya que esta operación se realiza muy cerca de la línea lingotera, muchas veces ésta en producción, existiendo emanaciones de vapor, ruidos molestos y temperaturas altas.

CONSISTENCIA: Es regular, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez el pesado depende del Operador de Montacargas que este encargado del transporte de los bultos. A modo de resumen (ver tabla 6.29):

| | | | |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|
| HABILIDAD | Buena | C2 | +0.03 |
| ESFUERZO | Aceptable | E1 | -0.04 |
| CONDICIONES | Deficientes | F | -0.07 |
| CONSISTENCIA | Regular | D | 0.00 |
| | | TOTAL | -0.08 |

Tabla 6.29: Calificación de velocidad del Operador de Embalaje y de Montacargas para Operación de Pesaje

Fuente: Elaboración propia.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = -0.08$$

$$C_v = 1 - 0.08$$

$$C_v = 0.92$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N = 3,92 \text{ min.} * 0.92$$

$$T.N = 3,61 \text{ min.}$$

Cálculo de las Tolerancias:

Para el Pesaje, las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación (patio de almacenaje), presenta una temperatura mayor a los 35 °C, con circulación normal de aire y emanaciones de polvo y humo por las operaciones realizadas a las cercanías del área de pesaje. La iluminación es fluorescente con aprovechamiento de la luz solar. La humedad característica de ambiente es seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa.

Por otro lado, aunque el pesado de un bulto se realiza en menos de cinco minutos, pesar todos los bultos de una colada se logran en menos de una hora. La repetición del ciclo para la operación es monótona, ya que se pesan más de veinte bultos en un día.

No se necesita esfuerzo. La atención visual y mental es poca. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es parado para el caso del Operador de Embalaje, con continuos movimientos de brazos y agachándose y sentado para el Operador de Montacargas.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (ver tabla 6.30).

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|-------------------------|-------|------------|
| TEMPERATURA | IV | 40 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | III | 20 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | IV | 30 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | III | 60 |
| REPETICION DEL CICLO | III | 60 |
| ESFUERZO FISICO | I | 20 |
| ESFUERZO MENTAL | II | 20 |
| POSICION DE PIE | III | 30 |
| TOTAL | | 295 |

Tabla 6.30: Concesiones por Fatiga del Operador de Embalaje para pesado de bultos

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, 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 90 minutos.

CLASE = E₁

RANGO: 290 - 296

% CONCESIONES POR FATIGA =21%

FATIGA = 83 min.

Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

No hay tiempo de preparación inicial ni de preparación final para esta actividad, debido a que cumplida la operación los bultos de lingotes quedan almacenados en el patio de almacenaje a la espera de su despacho

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 0 minutos

TPf= 0 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30 + 0)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (30) \text{ min.}$$

$$JET = 450 \text{ min.}$$

Normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga,:

$$450 \text{ min} - (83 + 30) \text{ min} \longrightarrow (83 + 30) \text{ min}$$

$$3,61 \text{ min.} \longrightarrow X$$

$$X = 0,93 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación carga del Horno N°

1 es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = (3,61 + 0,93) \text{ min.}$$

TE = 4,54 min. de flejado de un bulto

Estimando que por colada salen aproximadamente 27 bultos, y se hacen

14 viajes de dos bultos apilados, se tiene que:

TE = 63,61 min. por pesado y marcado de una colada (1 hora y 3 min.)

6.3.4.8 TIEMPO ESTANDAR DE PREPARACIÓN DE LÍNEA

Cálculo del Tiempo Normal

✓ Tiempo promedio seleccionado (T.P.S): Fue calculado con anterioridad y está dado por:

T.P.S = 73,15 min.

✓ Calificación de la velocidad (Cv):

HABILIDAD: Para esta actividad, es buena, ya que se requiere de cierta habilidad y conocimiento para limpiar la piscina de la lingotera y para cubrir de material de prevestimento la boquilla del canal de transferencia y el flotador cerámico.

ESFUERZO: Se califica como excelente, ya que para la actividad de limpieza tanto de la piscina como de los moldes de la lingotera, es necesario realizar gran esfuerzo para extraer los residuos de aluminio encontrados allí.

CONDICIONES: Se calificó como regulares, ya que para esta operación hay emanaciones de polvo, se utiliza material tóxico (desmoldante).

CONSISTENCIA: Es regular, ya que, la variación del tiempo con que se realiza cada vez esta operación depende del estado con que se encuentra el área y la piscina de la lingotera.

A modo de resumen (ver tabla 6.31):

| | | | |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|
| HABILIDAD | Buena | C1 | +0.06 |
| ESFUERZO | Excelente | B2 | +0.08 |
| CONDICIONES | Regulares | D | 0 |
| CONSISTENCIA | Regular | D | 0.00 |
| | | TOTAL | 0.14 |

Tabla 6.31: Calificación de velocidad del Operadores de Fundición y de Montacargas para Preparación de línea

Fuente: Elaboración propia.

Ahora se emplea la siguiente fórmula:

$$C_v = 1 + C$$

$$\therefore C = 0.14$$

$$C_v = 1 + 0.14$$

$$C_v = 1.14$$

$$T.N = T.P.S * C_v$$

$$\therefore T.N = 73,15 \text{ min.} * 1,14$$

$$T.N = 83,39 \text{ min.}$$

Cálculo de las Tolerancias:

Para la preparación de la línea lingotera, las condiciones de trabajo donde se lleva a cabo dicha operación, presenta una temperatura mayor a los 30 °C, con circulación normal de aire y emanaciones de polvo, cuando se realiza la limpieza del área. La iluminación es fluorescente con aprovechamiento de la luz solar. La humedad característica de ambiente es seco, no se trabaja bajo la lluvia, no existen salas de vapor, humedad relativa menor del 30%. El nivel de ruido es de características molestas, de forma intermitente, por las operaciones de trabajo que se llevan a cabo en la empresa.

Por otro lado, la actividad se realiza en una hora o más. La repetición del ciclo para la operación varía según el estado del área.

Se requiere ejercer esfuerzo físico en pocas proporciones. Se requiere de atención visual y mental continuas por razones de seguridad y de calidad del trabajo. Por último la posición de trabajo para que el operador realice su trabajo es parado con movimientos continuos de pies y manos, agachado y empujado.

A continuación se resume lo anteriormente dicho (ver tabla 6.32)

| FACTOR | NIVEL | PUNTOS |
|----------------------------|-------|------------|
| TEMPERATURA | III | 15 |
| CONDICIONES AMBIENTALES | III | 20 |
| HUMEDAD | II | 10 |
| RUIDO | III | 20 |
| ILUMINACION | I | 5 |
| DURACION DEL TRABAJO | III | 60 |
| REPETICION DEL CICLO | II | 40 |
| ESFUERZO FISICO | II | 40 |
| ESFUERZO MENTAL | III | 30 |
| POSICION DE PIE | III | 30 |
| TOTAL | | 275 |

Tabla 6.32 Concesiones por Fatiga del Operador fundición para preparación de línea

Fuente: Elaboración Propia

Al tabular los datos preliminares según el nivel que ocupan en el formato de concesiones por fatiga, se estableció por el método sistemático un total de 275 puntos, perteneciendo a la clase D₃, situado en el rango (269 - 275), ocasionando un porcentaje de concesiones por fatiga del 18% y por último proporcionando como resultado un tiempo de tolerancia por fatiga de 73 minutos.

CLASE = D₃

RANGO: 269 - 275

% CONCESIONES POR FATIGA =18%

FATIGA = 73 min.

Determinación de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET):

Por concepto de tiempo de preparación inicial, los operarios se toman cinco minutos (5 min.), para buscar todos los materiales e implementos de

trabajo. No hay tiempo de preparación final, porque una vez terminada toda la operación se espera al inicio de la colada.

J.T= 8hr/día.

N.P= 30 minutos

TPi= 5 minutos

TPf= 0 minutos

La jornada efectiva de trabajo se determina mediante:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - (30 + 5)$$

$$JET = 480 \text{ min.} - (35) \text{ min.}$$

$$JET = 445 \text{ min.}$$

Normalización de las necesidades personales, retrasos y la fatiga,:

$$445 \text{ min} - (73 + 30) \text{ min} \longrightarrow (73 + 30) \text{ min}$$

$$83,39 \text{ min.} \longrightarrow X$$

$$X = 25,11 \text{ min.} = \sum \text{Tolerancias fijas}$$

Finalmente el Tiempo Standard de la operación preparación de la línea es:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$TE = (83,39 + 25,11) \text{ min.}$$

TE = 108,50 min. (1 hora 48 min. Aprox.)

6.4 CÁLCULO DE TIEMPO TOTAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG.

Para calcular el tiempo total del proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., se realizará con la siguiente fórmula según la aleación a colar:

6.4.1 Para la A-1060:

$$T_{t.prod.ling} = T.E.carga + T.E.fusión + T.E.colada + T.enfriamiento.ling + T.E.armado_lingotes + T.E.flejado + T.E.pesaje$$

Nota: T.E de carga, fusión, enfriamiento de lingotes, armado lingotes, flejado y pesaje calculados anteriormente. T.E colada según datos de fichas técnicas (ver anexos 11 y 12).

$$T_{t.prod.ling} = (1,27 + 7,03 + 2,5 + 3,67 + 4,83 + 1,53 + 0,98) \text{ horas}$$

$$T_{t.prod.ling} = \mathbf{21,81 \text{ Horas}}$$

6.4.2 Para la A-Deox:

Debido a que para esta aleación el flejado es con fleje galvanizado y se le coloca un fleje de poliéster a cada bulto (40 seg. por cada bulto y 20 min. por colada), el tiempo total de producción para esta aleación es la siguiente:

$$T_{t.prod.ling} = T.E.carga + T.E.fusión + T.E.colada + T.enfriamiento.ling + T.E.armado_lingotes + T.flejado.poliester + T.E.flejado.gal. + T.E.pesaje$$

$$T_{t.prod.ling} = (1,27 + 7,03 + 2,5 + 3,67 + 4,83 + 0,33 + 1,66 + 0,98) \text{ horas}$$

$$T_{t.prod.ling} = \mathbf{22,27 \text{ Horas}}$$

6.5 ACTUALIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES DE COLADA DE LA LÍNEA DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG.

Para actualizar los parámetros operacionales de colada de la línea de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., primero se procedió a tomar muestras de lingotes para observar la calidad según las diferentes temperaturas utilizadas y luego se calculó el promedio de pérdida de temperatura del trayecto Horno N° 1- Guitarra.

6.5.1 Estudio De La Calidad De Las Aleaciones De Aluminio En Presentación De Lingotes De 10 Kg.

Para el estudio de la calidad de las aleaciones se tomaron muestras de lingotes variando los parámetros operacionales, con el fin de verificar con que temperaturas el producto presentaba mejor calidad. Durante la estadía en planta del investigador se logró tomar 22 muestras de lingotes con diferentes temperaturas en la guitarra, a las que se le realizaron cortes transversales para ver la calidad interna (ver tabla 6.33):

| Aleación | Nº Colada | Temp horno nº 1 (°C) | Temp. Guitarra (°C) | Observaciones |
|-------------------|-----------|----------------------|---------------------|---|
| 1060 | 13020912 | 833 | 751 | Rechupe a 0,6 cm. de superficie del lingote, burbuja en lingote |
| 1060 | 29010911 | 811 | 711 | Rechupe a 0,7 cm. de superficie del lingote |
| 1060 | 30010911 | 799 | 697 | Rechupe a 0,8 cm. y grieta a 1,3 cm. de superficie. Grieta de 0,5 cm |
| 1060 | 28010911 | ¿? | 686 | Rechupe a 0,4 cm y grietas a 0,8 cm. de superficie. Grieta de 0,4 cm. |
| 1060 | 30010911 | 772 | 676 | Rechupe y grieta a 0,9 cm de superficie. Grieta de 0,3 cm. |
| 1060 | 30010911 | 754 | 671 | Rechupe a 0,4 cm, casi sin grietas superficiales |
| 1060 | 16030911 | 766 | 667 | Rechupe a 0,5 cm, sin grietas internas y casi sin presencia de grietas superficiales |
| Deox | 10020911 | 787 | 731 | Rechupe a 1 cm. y grieta a 1,8 cm. de superficie del lingote. Grieta de 0,8 cm. |
| Deox | 11020911 | 774 | 721 | Rechupe a 0,5 cm. y grieta a 1,5 cm de superficie del lingote, Grieta de 0,5 cm. de diámetro. |
| Deox | 11020911 | 766 | 708 | Rechupe a 1,1 cm. de superficie. |
| Deox | 18020911 | 753 | 702 | Rechupe y grieta a 1 cm. de superficie de lingote. Grieta de 0.1 cm |
| Deox | 10020911 | 763 | 701 | Rechupe a 0,7 cm. y grieta a 1,3 cm. de superficie del lingote. Grieta de 0,6 cm. |
| Deox | 20020911 | 725 | 694 | Rechupe y grieta a 0,6 cm. de superficie del lingote, grieta de 0,1 cm. |
| Deox | 18020911 | 754 | 693 | Rechupe a 1 cm, grieta a 1,3 cm de superficie del lingote. Grieta de 0,3 cm. |
| Deox | 27010911 | 775 | 684 | Rechupe a 0,8 cm. de superficie del lingote. |
| Deox | 24020912 | 730 | 676 | Rechupe a 0,8 cm. y grieta a 1,2 cm. de superficie del lingote. Grieta de 0,2 cm |
| Deox | 24020912 | 730 | 668 | Rechupe a 0,5 cm. de superficie del lingote. Existencia de grietas superficiales. |
| Deox, alto en Si. | 26020912 | 731 | 691 | Rechupe a 0,6 cm. de superficie del lingote, burbuja en lingote, grietas externas mínimas. |

Tabla 6.33. Calidad de los lingotes, con distintos parámetros operacionales.

Fuente: Elaboración propia

| | | | | |
|-------------------|----------|-----|-----|--|
| Deox, alto en Si. | 26020911 | 729 | 670 | Rechufe a 0,5 cm. de superficie del lingote, casi sin existencia de grietas externas |
| 380.0 | 05020911 | 763 | 724 | Sin rechufe ni grietas externas ni internas. |
| 380.0 | 05020911 | 745 | 689 | Sin rechufe ni grietas externas ni internas. |
| 380.0 | 05020911 | ¿? | 718 | Sin rechufe ni grietas externas ni internas. |

Continuación de Tabla 6.33. Calidad de los lingotes, con distintos parámetros operacionales.

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en las tablas 6.33, aunque las grietas internas y el rechufe se minimizan considerablemente, aunque no completamente, cuando la temperatura del metal contenido en la guitarra se acerca a la temperatura de fusión (660 °C para la A-1060 y 658 °C para la A-Deox), no existe una relación o tendencia fija, de la disminución de la temperatura del metal en la guitarra, con la disminución de rechufe y grietas del producto. Lo que demuestra, que la mala calidad de los lingotes, son causadas no sólo por trabajar con altas temperaturas del metal, sino también por otras razones existentes en el proceso como la velocidad de la lingotera, el flujo del metal en el momento del vaciado a moldes y el enfriamiento. Además, las aleaciones con contenido de Si., el rechufe y las grietas externas son mínimas o inexistentes, sin importar la temperatura del metal con que se esté trabajando en la guitarra, indicando así, que el Si. le da resistencia a la estructura del lingote de aluminio y reduce el agrietamiento del mismo.

A pesar de los resultados obtenidos, de igual forma se recomienda trabajar con temperaturas de guitarra entre 665 y 680 °C., para las A-Deox y A-1060, ya que bajo este rango se presenció menor rechufe en las muestras y porque según los expertos en la materia de procesos de aluminio “Trabajar con temperaturas cercanas a las de las temperaturas de solidificación del aluminio, garantiza un buen desarrollo del proceso y una buena calidad del producto”

6.5.2 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE TEMPERATURA DEL TRAYECTO HORNO Nº 1 - GUITARRA DE LA LÍNEA DE ALEACIONES EN PRESENTACIÓN DE LINGOTES DE 10 KG.

Como se observó en el punto anterior, trabajar con temperaturas próximas a la temperatura de fusión del aluminio (660 °C para la A-1060 y 658 °C. para la A-Deox), la calidad del producto es mejor, ya que el rechupe y las grietas internas se minimizan considerablemente, aunque no en su totalidad.

Por otra parte, se realizaron coladas bajo los parámetros establecidos en la ficha técnica (temperatura del horno y de guitarra), dando como resultado que para la A-1060 se obtenía un producto de mala calidad y para A-Deox, el metal se solidificó antes de lo previsto (guitarra). Además de lo mencionado anteriormente, otro problema de los rangos de temperaturas de las fichas técnicas y de las planteadas por el Br. Juan León en su trabajo de pasantía, es que las temperaturas establecidas del metal en el horno, nunca llegaron a dar las temperaturas del metal en la guitarra recomendadas por ellos. Es por ello, que para actualizar los parámetros operacionales, se calcula la pérdida de temperatura existente en el trayecto horno nº 1 – guitarra, de los inicios de diferentes coladas para que de este modo se establezcan rangos de temperaturas del metal en el horno, que aseguren las temperaturas en la guitarra expuestas en el punto anterior.

Para ello, de las cuarenta (40) coladas ejecutadas en el periodo de estudio del investigador, se procede a calcular el tamaño de la muestra:

- Grado de confiabilidad y valor de z: Para el análisis de las coladas se estima una confianza de 95% con un valor de $z = 1,96$
- Error asumido (e): Como se realizaron cuarenta coladas en la estadía en planta del investigador, se asume un error de 5 %. $e = 0,05$
- Probabilidad de la población que no presenta las características (q): Se asume una probabilidad de 5% para ese valor. Como $p = 1 - q$; entonces $p = 0,95$
- Cálculo del tamaño de la muestra teórica: Viene dado por la siguiente ecuación:

$$n^0 = \left(\frac{z}{e}\right)^2 * p * q; \text{ Entonces}$$

$$n^0 = 72,99.$$

- $n = \frac{n^0}{1 + \frac{n^0}{N}}$; Entonces

$n = 24,83$ aproximadamente una observación de los puntos de control de veinticinco coladas (25)

| Nº Colada | Temp. H1 (°C) | Temp. Guitarra (°C) | Pérdida de Temp. (°C) |
|-----------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| 30030911 | 778 | 725 | 53 |
| 27030912 | 769 | 701 | 68 |
| 26030911 | 753 | 701 | 52 |
| 20030911 | 784 | 713 | 71 |
| 23030911 | 768 | 699 | 79 |
| 24030911 | 750 | 692 | 58 |
| 15030912 | 742 | 683 | 59 |
| 12030922 | 776 | 703 | 63 |
| 16030911 | 772 | 710 | 62 |
| 14020912 | 793 | 724 | 69 |
| 13020912 | 833 | 751 | 82 |
| 12020911 | 780 | 707 | 73 |
| 20010911 | 772 | 698 | 64 |
| 29010911 | 782 | 693 | 89 |
| 02040911 | 789 | 735 | 54 |
| 31030911 | 778 | 723 | 55 |
| 25020912 | 781 | 735 | 46 |
| 24020912 | 730 | 668 | 62 |
| 20020911 | 778 | 710 | 68 |
| 19020911 | 772 | 700 | 72 |
| 18020911 | 769 | 705 | 64 |
| 11020911 | 766 | 710 | 56 |
| 10020911 | 775 | 730 | 45 |
| 06020911 | 773 | 678 | 95 |
| 05020911 | 745 | 689 | 56 |
| Promedio | | | 64,6 |

Tabla 6.34. Cálculo de pérdida de temperatura a través del canal de la línea de Aleaciones

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Datos en color negro: A-1060; datos en color azul: A- Deox; datos en color verde: A-380.0

Como se observa en la tabla 6.34, el promedio de la pérdida de temperatura en el trayecto del canal de transferencia a la guitarra de los inicios de las coladas es de 65 °C.

De acuerdo a los datos tomados y al promedio calculado para la pérdida de temperatura a través del canal de transferencia, se toma como rangos de parámetros de colada los siguientes:

Para la A-1060: Temperatura del Horno: 750 a 735 °C. Iniciando la colada con 745 °C en el Horno N° 1.

Temperatura de Guitarra: 685 a 665 °C

Para la A-Deox: Temperatura del Horno: 740 a 725 °C. Iniciando la colada con 735 °C en el Horno N° 1.

Temperatura de Guitarra: 680 a 660 °C

(Ver apéndices 25 y 26. Ficha técnica de A-1060 y A- Deox).

Trabajando bajo estos rangos e iniciando la colada a las temperaturas indicadas, se garantiza obtener un material con poco rechupe y escasas grietas internas. Es significativo mencionar que para lograr trabajar bajo estos rangos, es necesario precalentar debidamente durante tres horas mínimo, el canal de transferencia y la guitarra, para asegurar que la pérdida de temperatura no sea mayor a los 65 °C calculados como promedio. Sí al iniciar la colada con el valor indicado, en la guitarra se obtiene un valor mayor al de los rangos establecidos para la guitarra, se recomienda bajar gradualmente la temperatura en el set point de los quemadores para así, lograr que la temperatura en la guitarra este dentro de ellos.

6.6 DIAGRAMA DE PROCESO Y RECORRIDO PROPUESTO

Como se mencionó en la situación actual, el área de pesaje se encuentra mal ubicada, ya que se encuentra muy cercana a la lingotera, causando entorpecimiento en el proceso de colada y provocando que el tiempo estándar de pesaje se alargue por las concesiones de fatiga provocadas (1min. Por pesar un bulto y 15 min. Por pesar la colada de tolerancias fijas). Por ello, se recomienda trasladar el área de pesaje a las cercanías del área de embalaje de bobinas, resultando de este modo, la reducción de los desplazamientos del montacargas (de 3781,5 m. a 2.133,5 m.) y optimizando las operaciones de pesaje y de colada. (ver figura 6.7 y 6.8).

Diagrama de procesos
Proceso: Proceso de Producción de Aleaciones
En presentación de Lingotes de 10 Kg
Inicio: Materia Prima almacenada
Fin: Bultos de lingotes almacenados
Método: Propuesto

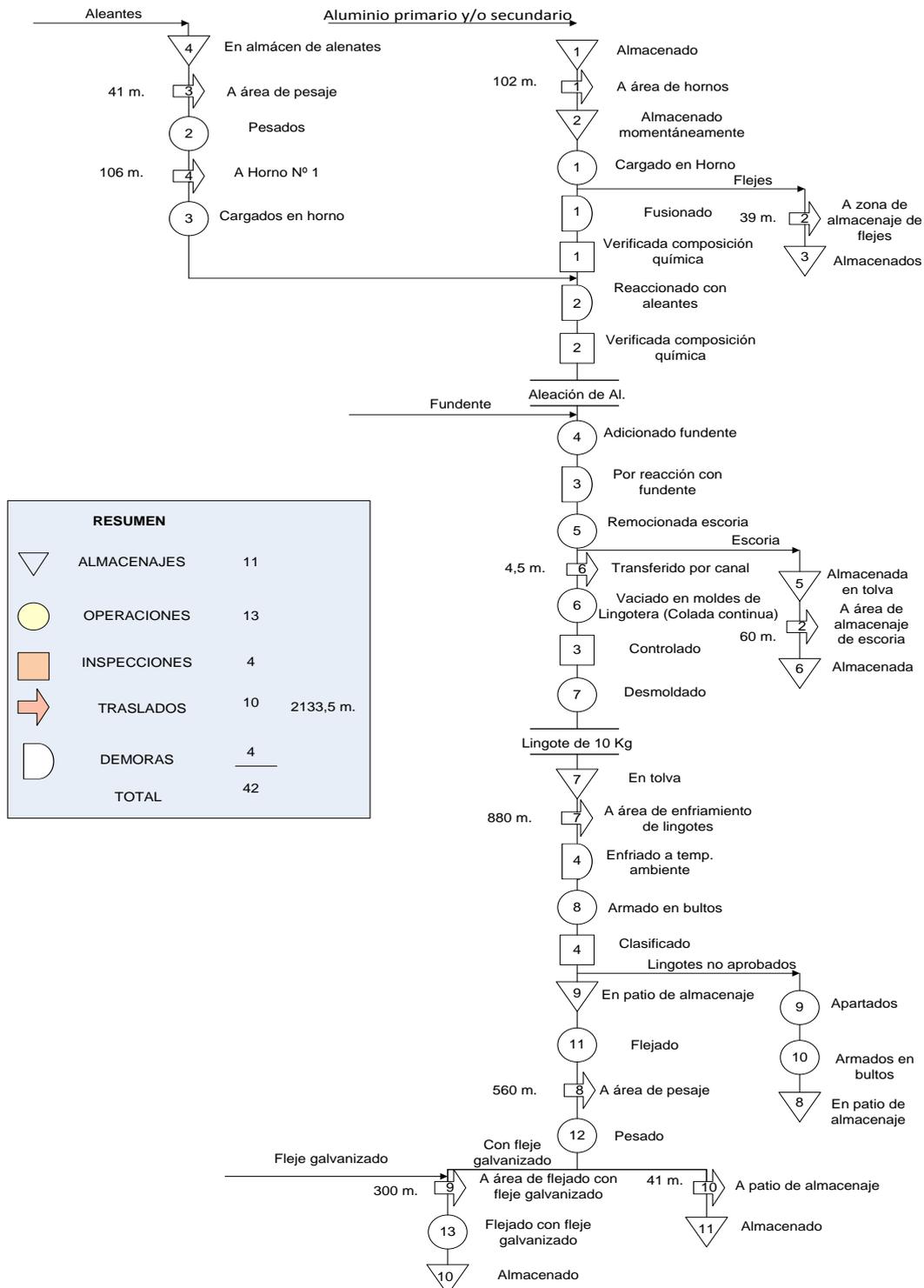


Figura 6.7. Diagrama de Proceso Propuesto del Proceso Productivo de Aleaciones en presentación de Lingotes de 10 Kg
 Fuente: Elaboración Propia

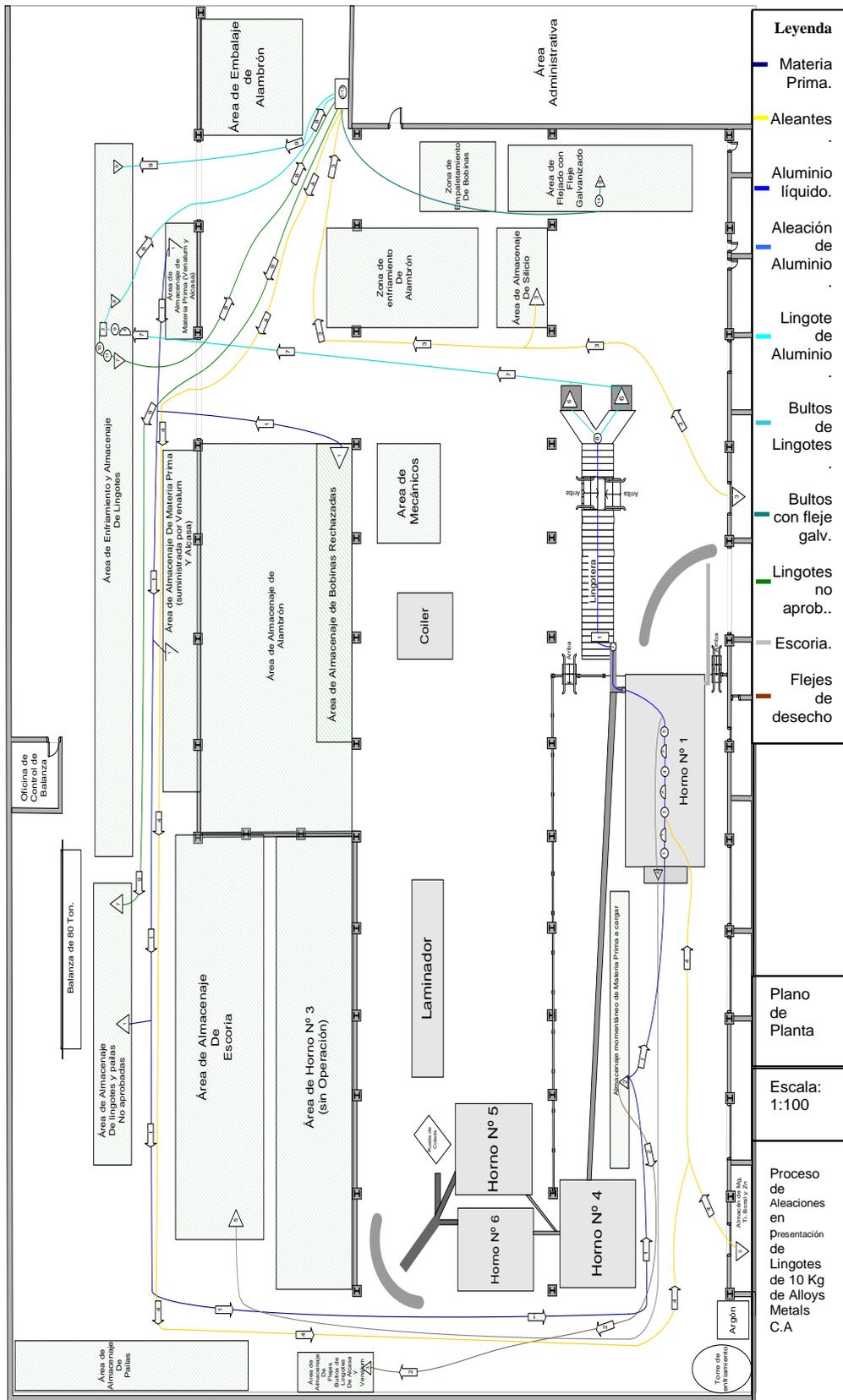


Figura 6.8. Diagrama de Recorrido propuesto del Proceso Productivo de Aleaciones
Fuente: Elaboración Propia

6.7 PLAN DE ACCIÓN PARA CUMPLIR CON LOS ESTÁNDARES OBTENIDOS

Para dar cumplimiento a los estándares obtenidos con el estudio realizado y para optimizar el proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., se recomienda seguir las siguientes acciones:

- Publicar a los operadores las instrucciones de trabajo para cada operación, para que conozcan la manera de proceder en cada actividad y conozcan las normas a seguir.
- Incluir en los formatos de carga, pesaje y crear formatos para las demás operaciones, con hora de inicio y de final de la actividad, para tener un control y verificar si se están cumpliendo los estándares.
- Fabricar una tolva para almacenaje de los flejes de desecho (flejes de bultos de lingotes traídos por proveedores) para así, evitar trabajos extras del montacargas para reunir los flejes y asegurar la limpieza de la planta.
- El Operador de Hornos debe velar que todo el material señalado en el formato de P.C.P., sea cargado en su totalidad y en caso de existir material en las adyacencias del horno que no se pudo cargar, notificar al personal de unidad técnica de la cantidad de material no cargado.
- El Operador de Montacargas debe realizar la operación de carga con prudencia, para evitar darle golpes a la puerta y el interior del horno.
- Cambiar la tolva de almacenaje de material de reproceso (conchas, lágrimas y barras), debido que al cargar este tipo de materia prima, el proceso de carga se hace tedioso al querer vaciar el contenido de ella en el horno, además que se golpea constantemente la puerta y la base de la boca del horno con la misma.
- Elaborar y entregar el formato de carga antes de finalizar la colada que se esté llevando a cabo, con el fin de que se realice el traslado de la materia a prima y la preparación de la misma, antes de que

el horno esté listo para la carga y de este modo, se reduzcan los tiempos de producción.

- Realizar cursos de inducción y capacitación para el buen uso de la nueva tecnología instalada (quemadores marca ECLIPSE).
- Al momento de la fusión chequear constantemente los equipos utilizados (panel de control de quemadores y termo pozo) para así, asegurar el desarrollo eficiente de la operación.
- Hacer entender a los Operadores de Hornos de la importancia de la adición de fundente al momento de la remoción de escoria. Supervisar que se esté llevando a cabo esta actividad.
- Estudiar la factibilidad de la fabricación de una nueva paleta de remoción de escoria de 7,5 m. de longitud, para que se pueda seguir lo descrito en la instrucción de trabajo de esta operación.
- Fabricar los bancos y/o plataformas sugeridas con el A.T.S., para garantizar el trabajo seguro al realizar la colada.
- Fabricar una tolva para echar la nata y escoria sacada en la piquera en el momento del proceso de colada.
- Realizar estudios para el buen funcionamiento del martillo de la lingotera y evitar así, que los operadores realizan el desmoldado de los lingotes.
- Cambiar de lugar el bebedero de agua encontrado a las cercanías de la lingotera.
- Al momento de comenzar cada colada, entregar al supervisor de turno, la ficha técnica de la aleación a fabricar, con el fin de que los operadores conozcan los parámetros a seguir.
- Realizar la preparación de la línea inmediatamente después de haber finalizado la colada (tomando en cuenta el tiempo de enfriamiento de la línea), para que esta operación no afecte en el tiempo de producción y también, para que el precalentamiento de moldes, canal de transferencia y guitarra se realice de una manera continua.
- Estudiar la factibilidad de cambiar el área de pesaje a la propuesta en el diagrama de recorrido.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, luego de haber efectuado el estudio de tiempo y de movimientos y la evaluación al proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg., se concluye lo siguiente:

1. El método óptimo de realización de cada operación, los tiempos estándares y los parámetros operacionales de colada están descritos en el manual de operaciones.
2. Los operadores no trabajan bajo estándares debido a desconocimiento de los mismos, mal precalentamiento del canal de transferencia, a miedo de problemas de solidificación y a falta de control y supervisión del proceso y de los equipos utilizados.
3. La principal causa de la mala calidad del producto se debe a trabajar con altas temperaturas en los puntos de control (horno y guitarra), aunque existen otras causas como: velocidad de lingotera, enfriamiento, entre otras que también la afectan.
4. Las temperaturas óptimas para colar para la A-1060 son: 750 a 735 °C en el horno y 680 a 665 °C en la guitarra.
5. Las temperaturas óptimas para colar para la A-Deox son: 740 a 725 °C en el horno y 680 a 660 °C en la guitarra.
6. El promedio de pérdida de temperatura del trayecto horno nº 1- guitarra, es 65 °C.
7. Cambiando de lugar el área de pesaje a la propuesta en el trabajo, los recorridos del material se reducen en 1129 m.
8. Los tiempos estándares obtenidos fueron: Carga: 1,27 h.; fusión: 7,03 horas; enfriamiento de lingotes: 3,67 h.; armado de lingotes:

4,83 h.; flejado con fleje de poliéster: 1,53 h.; flejado con fleje galvanizado: 1,66 h.; pesaje: 0,98 h.

9. Los tiempos totales de producción para el proceso productivo de aleaciones en presentación de lingotes de 10 Kg. Son: Para la A-1060:21,81 h. y para la A- Deox: 22,27 h.

RECOMENDACIONES

Después de analizar todos los aspectos del estudio realizado en el Horno N° 1, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Seguir el plan de acción establecido en el capítulo VI, para que se cumplan los estándares establecidos en el manual.
2. Estudiar la factibilidad de cambiar el área de pesaje a la propuesta en el diagrama de recorrido.
3. Analizar los parámetros operacionales de las demás aleaciones fabricadas en la empresa, con el fin de verificar si son las adecuadas.
4. Analizar a fondo las causas de la mala calidad del producto, para dar con posibles soluciones.

GLOSARIO DE TERMINOS

ALEACIÓN: Unión íntima y homogénea de dos o más elementos, siendo al menos uno de ellos un metal.

ALEANTES:

Elementos que agregados al metal fundido, definen la composición química requerida y le dan unas propiedades físicas específicas.

ALUMINIO PRIMARIO: Aluminio con una pureza mayor al noventa y nueve por ciento de Aluminio. El cual proviene directamente de un proceso de fundición.

CONTROLADOR DE TEMPERATURAS: Equipo electrónico, conectado a un termo pozo que indica la temperatura tomada por él, a través de una pantalla digital.

DESMOLDANTE: Material a base de grafito, utilizado para evitar que el metal se pegue a los moldes y facilitar el desmoldado de los lingotes ya producidos. Para el caso de la empresa es usado el Grafocote.

FLEJE: Cinta, tradicionalmente metálica (para el caso de la empresa y de los bultos de lingotes de 10 Kg. el material es poliéster), utilizada para precintar el embalaje de diversos productos, mayormente productos pesados. La principal característica de esta cinta es su resistencia a la tracción.

FUNDENTES: Son productos químicos que se agregan al baño metálico (metal fundido), capaces de reaccionar con algunas impurezas contenidas en el metal, con el fin de eliminarlas mediante la formación de una capa superficial que puede ser fácilmente removida.

FUSIÓN DE ALUMINIO: Cambio de estado sólido a líquido del aluminio cargado en los hornos.

GUITARRA: Recipiente de metal en forma de guitarra y cubierto con material refractario, donde es contenido el aluminio líquido, luego de ser transportado del horno por el canal de transferencia y que permite el vaciado del mismo a los moldes de la lingotera por medio de una boquilla.

HOMOGENIZAR O AGITAR: Mover el metal fundido contenido en el interior del horno mediante el empleo de una pala de tal manera de obtener una distribución uniforme del metal.

HORNO Nº 1: Horno de fusión de Alloys Metals C.A., de doce Toneladas de Capacidad, utilizado en la línea de producción de lingotes de Aluminio.

LÍNEA PARA FABRICACIÓN DE LINGOTES: Línea de producción comprendida por: Horno de fusión uno y/o Horno de fusión 4 y lingotera.

LINGOTE: Material de aluminio, en el caso de la empresa, solidificado en moldes metálicos de forma rectangular, de peso aproximado a 10 +/- 0,5 Kg.

LINGOTERA: Máquina utilizada para la colada continua del aluminio, constituida por una banda transportadora provista de moldes de 10 Kg. de capacidad, donde es vaciado el aluminio líquido y es solidificado mediante un sistema de enfriamiento.

MATERIA PRIMA: Es todo material de aluminio que será cargado al horno de fusión ya sean: pailas, lingotes, Material reciclado en planta, entre otros. La materia se puede clasificar en Aluminio Primario y Aluminio Secundario.

MATERIAL RECICLADO EN PLANTA (MRP): Material que es no aprobado en los procesos de fabricación de lingotes, pailas ó alambón de la empresa Alloys Metals. Reciben también este nombre los trozos de barra, lagrimas que se forman como producto de la remoción de escoria o

desnatado y escorias ricas en aluminio.

QUEMADOR: Dispositivo para quemar combustible líquido, gaseoso o ambos (excepcionalmente también sólido) y producir calor generalmente mediante una llama. Para el caso de la empresa, la llama es producida a presión ambiente y con el ventilador del soplador, aumenta la presión del aire necesario para la combustión y se pueda quemar más cantidad de combustible y el rendimiento sea superior.

RECHUPE: Cavidad debida a la contracción, originada por el enfriamiento desigual del metal en el molde. Se sitúa en la zona que solidifica en último lugar.

REMOCION DE ESCORIA: Acción de retirar la capa superficial de óxidos metálicos de la superficie del metal fundido.

REVESTIMIENTO: Capa de un material con que se cubre totalmente una superficie.

TERMOPOZOS: Son vainas o fundas hechas de un material térmico conductivo, que sirve para separar el elemento sensor del medio de medición. Un termopozo es recomendado especialmente para medir sustancias. Además un termopozo protege al sensor contra la medición de sustancias agresivas y permite al sensor que sea fácilmente reemplazado.

SET POINT: cualquier punto de ajuste de alguna variable de un sistema de control automático. Puede ser: Nivel; presión, temperatura; desplazamiento; rotación; entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ HERNANDEZ, Roberto. (1996). Metodología de la investigación. Editorial McGRAW-HILL. 2^{da} Edición.
- ✓ NIEBEL, Benjamín. (2004). Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos. México: Grupo Editor Alfaomega.
- ✓ LEÓN, Juan. (2008). “Determinación de los parámetros operacionales adecuados para la producción de lingotes de 10 Kg.” de aleación A-1060, en la empresa Alloys Metals C.A. Trabajo para obtener título de técnico superior universitario en la especialidad de metalurgia.
- ✓ CASTILLO, Edwin (2008). “Optimización y Estandarización del Proceso Productivo del Horno N° 1 de Alloys Metals C.A”. Trabajo para aprobación de la asignatura Práctica Profesional. Ingeniería Industrial. UNEXPO. Vicerrectorado Puerto Ordaz.

Páginas web:

- ✓ ESCALONA, Iván. “Balanceo de líneas y [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos14/balanceo/balanceo.shtml) estándar (UPIICSA)”
www.monografias.com/trabajos14/balanceo/balanceo.shtml
- ✓ ELIZALDE RAMIREZ, Fernando “Determinacion Del Tiempo Estandar Por Observacion Directa”.
www.mitecnologico.com/Main/DeterminacionDelTiempoEstandarPorObservacionDirecta.
- ✓ GUZMÁN, Anna. “Diagrama de flujo”
www.monografias.com/trabajos12/diflu/diflu.shtml
- ✓ PALMA, José “Manual de procedimiento”.
[www.manualdeprocedimiento - Monografias_com.mht](http://www.manualdeprocedimiento-Monografias_com.mht)
- ✓ MORÁGUEZ IGLESIAS, [Arabel](#). “¿Cómo seleccionar el tamaño de una muestra para una investigación educacional?”
www.monografias.com/trabajos42/seleccion-muestra/seleccion-muestra2.shtml

APÉNDICES

APÉNDICE 1: NÚMEROS ALEATORIOS

Estos números fueron depurados y organizados, tomando los cuatro primeros dígitos, donde los dos primeros dígitos corresponden a la hora y los dos dígitos seguidos corresponden a los minutos del momento de toma de datos

Números Aleatorios

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0,12053456 | 0,08184685 | 0,08215645 | 0,08091156 | 0,09434566 | 0,14034476 | 0,14161254 | 0,09130132 |
| 0,12127658 | 0,08347684 | 0,08321147 | 0,08417866 | 0,10376618 | 0,14132251 | 0,14289822 | 0,09254479 |
| 0,12262376 | 0,08573487 | 0,08446575 | 0,09083396 | 0,10517612 | 0,14259295 | 0,14499918 | 0,09371508 |
| 0,12379813 | 0,09111464 | 0,08583378 | 0,9107723 | 0,11157623 | 0,14481172 | 0,25100912 | 0,09501153 |
| 0,13125645 | 0,09295571 | 0,09214182 | 0,09196187 | 0,11277629 | 0,15080465 | 0,15351019 | 0,10126651 |
| 0,13357687 | 0,09587341 | 0,09395487 | 0,09348223 | 0,11403978 | 0,15221101 | 0,15514892 | 0,10260021 |
| 0,13501462 | 0,10146591 | 0,9474491 | 0,09442655 | 0,11552399 | 0,15354472 | 0,16037814 | 0,10403209 |
| 0,14239192 | 0,10318625 | 0,9558123 | 0,10267822 | 0,12069948 | 0,15473359 | 0,16179532 | 0,10517132 |

APÉNDICE 2: A.T.S DE CARGA

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|---|---|
| Lugar: | Área de Producción (Área de Hornos) | |
| Trabajo: | Carga de Materia Prima | |
| Cantidad de Personas: | Cargo: 2 1 Operador de Hornos 1 Operador de Montacargas | |
| Nº ATS: | 23/01/2009 | |
| Elaborado por: | Edwin Castillo | |
| Revisado por: | Celiana Lorenzo | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Alrededores | Herramientas/Equipos | E.P.P. requerido |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido | <input type="checkbox"/> Químicos | <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. |
| <input type="checkbox"/> Iluminación | <input type="checkbox"/> Material con filo | <input checked="" type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego |
| <input type="checkbox"/> Ventilación | <input type="checkbox"/> Congestión | <input checked="" type="checkbox"/> Casco |
| <input type="checkbox"/> Trabajo encima | <input type="checkbox"/> Caminos | <input checked="" type="checkbox"/> Guantes |
| <input type="checkbox"/> Área Puntada | <input type="checkbox"/> Guayas/cables | <input type="checkbox"/> Arnés de Seg. |
| <input type="checkbox"/> Rebalaces/calzas | <input type="checkbox"/> Clima | <input type="checkbox"/> S.C.B.A |
| <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje | <input checked="" type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Protección Auditiva |
| <input type="checkbox"/> Muelles/agua | <input type="checkbox"/> Combustible | <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/acidadura |
| <input type="checkbox"/> Cables/tuberías | <input type="checkbox"/> Herr. De mano | <input type="checkbox"/> Otros |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Opera con aire | |
| | <input type="checkbox"/> Generador | |
| | <input type="checkbox"/> Escaleras | |
| | <input type="checkbox"/> Especial/herramienta Inusual | |
| | <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica | |
| | <input type="checkbox"/> Grúa/Malacate/winch | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil | |
| | <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Otros | |
| | <input type="checkbox"/> Paleta de caga y descargado | |
| | Notificaciones | Riesgos Identificados |
| <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases | <input type="checkbox"/> Clientes | <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico |
| <input type="checkbox"/> Benceno | <input type="checkbox"/> IH/AMBIENTAL | <input type="checkbox"/> Soldadura |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Dept. Bomberos | <input type="checkbox"/> Agua en hueco |
| | <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Riesgo de caída |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> Quemaduras, caldas de material |
| Producto/Material | Requerimientos esp/Personal | Otros |
| <input type="checkbox"/> Corrosivo | <input type="checkbox"/> Soldador | <input type="checkbox"/> Procedimientos |
| <input type="checkbox"/> Frio | <input type="checkbox"/> Operador de Equip. | <input checked="" type="checkbox"/> Consideraciones ambientales |
| <input checked="" type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo | <input type="checkbox"/> Empleado Temp. | <input type="checkbox"/> Inspección de Equipos |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad |

|  ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|--|---|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Trasladar material a área de hornos | Caída de material, accidente con equipo móvil | Conducir a velocidad prudencial, personal evitar caminar por zonas de movimiento del montacargas |
| Quitar flejes a bultos de lingotes | Cortes de piel | Usar E.P.P. |
| Tomar material con montacargas y situar en boca del horno | Caída de material encima | Ajustar uñas del montacargas para asegurar material, no situarse cerca del horno, personal ajeno no emplazarse en esta zona |
| Empujar y acomodar material dentro del horno | Quemaduras, caída de material encima Pérdida auditiva, gas tóxico | No emplazarse en la cercanía del área, evitar salpicaduras de metal líquido, Usar E.P.P. apagar quemadores al empezar operación |

APÉNDICE 3: A.T.S DE ACTIVIDADES DURANTE LA FUSIÓN

| | | | |
|--|--|--|--|
| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | NP ATS: 2 Fecha: 24/01/2008 Elaborado por: Edwin Caestillo Revisado por: Celiana Lorenzo | |
| Lugar: Area de Producción (Horno N° 1) | | Actividades durante la fusión | |
| Cantidad de Personal: 1 | | Cargo: Operador de Hornos | |
| Identificación de Riesgos | | | |
| Alrededores <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input type="checkbox"/> Trabajos encima <input type="checkbox"/> Área Puntada <input checked="" type="checkbox"/> Resbaloso/caldas <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Muelle/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros | | Herramientas/Equipos <input type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input type="checkbox"/> Especial/herramienta Inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input type="checkbox"/> Grúa/Malicate/winch <input type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra <input type="checkbox"/> Otros | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Químicos <input type="checkbox"/> Material con filo <input type="checkbox"/> Congestión <input type="checkbox"/> Caminos <input type="checkbox"/> Guayas/cables <input type="checkbox"/> Clima <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Combustible | | E.P.P. requerido <input type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input checked="" type="checkbox"/> Ropa a resistente a prueba de fuego <input checked="" type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg. <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/acidadura <input type="checkbox"/> Otros | |
| Pruebas <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltmetro <input type="checkbox"/> Otros | | Riesgos identificados <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Quemaduras | |
| Producto/Material <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input type="checkbox"/> Otros | | Requerimientos esp/Personal <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros | |
| <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input type="checkbox"/> Otros | | Otros <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input type="checkbox"/> Inspección de Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad | |

|  ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|-----------------------------------|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Vigilar el momento de fusión | Quemaduras por radiación de calor | Utilizar E.P.P |
| Meter el termo pozo dentro del horno | Quemaduras, lesiones y caídas | Utilizar E..P.P, utilizar bancos o escalera y evitar parase encima del canal de transferencia no forzar el termo pozo al meterlo |
| Tomar muestra para análisis de laboratorio | Quemaduras | Utilizar E.P.P y evitar salpicaduras del metal líquido al introducir cono de fibra del horno |

APÉNDICE 4: A.T.S DE ADICIÓN DE ALENATES EN EL H ° 1

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|---|---|
|  <p>Area de Producción (Horno Nº 1, diferentes alm. De aleantes y área de pesaje)</p> | <p>Nº ATS: 3 Fecha: 06/02/2009</p> <p>Elaborado por: Edwin Caetllo</p> <p>Revisado por: Cellana Lorenzo</p> | |
| <p>Lugar:</p> | <p>Cargo: 1 Operador de hornos, 1 Operador de Montacargas 3 Operadores de Fundición</p> | |
| <p>Trabajo:</p> | <p>Adición de aleantes</p> | |
| <p>Cantidad de Personas:</p> | <p>5</p> | |
| <p>Identificación de Riesgos</p> | | |
| <p>Alrededores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido</p> <p><input type="checkbox"/> Iluminación</p> <p><input type="checkbox"/> Ventilación</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajos en clima</p> <p><input type="checkbox"/> Área Puntada</p> <p><input type="checkbox"/> Resbalos/caldas</p> <p><input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje</p> <p><input type="checkbox"/> Muelles/agua</p> <p><input type="checkbox"/> Cables/tuberías</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Herramientas/Equipos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Herr. De mano</p> <p><input type="checkbox"/> Opera con alte</p> <p><input type="checkbox"/> Generador</p> <p><input type="checkbox"/> Escaleras</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual</p> <p><input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica</p> <p><input type="checkbox"/> Grúa/Malacate/Winche</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil</p> <p><input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otros</p> <p>Notificaciones</p> <p><input type="checkbox"/> Clientes</p> <p><input type="checkbox"/> Dept. Bomberos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Supervisor Sitio</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>E.P.P. requerido</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Casco</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Respirador</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Eq. Lava ojos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg.</p> <p><input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/solidadura</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Quemaduras</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Careta</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Guantes</p> <p><input type="checkbox"/> Arnés de Seg.</p> <p><input type="checkbox"/> S.C.B.A</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Protección Auditiva</p> |
| <p>Pruebas</p> <p><input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases</p> <p><input type="checkbox"/> Benceno</p> <p><input type="checkbox"/> Voltímetro</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Riesgos identificados</p> <p><input type="checkbox"/> Corto Eléctrico</p> <p><input type="checkbox"/> Excavación</p> <p><input type="checkbox"/> Espacio confinado</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Soldadura</p> <p><input type="checkbox"/> Agua en hueco</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo de caída</p> | <p>Requerimientos esp/Personal</p> <p><input type="checkbox"/> Soldador</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Operador de Equip. (Operador de Montacargas)</p> <p><input type="checkbox"/> Empleado Temp.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> |
| <p>Producto/Material</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosivo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tóxico</p> <p><input type="checkbox"/> Frio</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Hidrocarburo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Gas/Apor</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Procedimientos</p> <p><input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales</p> <p><input type="checkbox"/> Inspección de Equipos</p> <p><input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad</p> | |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|--|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales |
| Pesar aleantes | Inhalación de partículas de aleantes, caídas de material, accidentes con equipo móvil |
| Trasladar aleantes pesados a Horno N° 1 | Accidente con equipo móvil |
| Cargar Aleantes en el Horno N° 1 | Quemaduras |
| Homogenizado | Quemaduras |
| | Acciones o procedimientos recomendados |
| | Utilizar E.P.P., el Operador de Montacargas debe asegurar el material al tomarlo y conducir a una velocidad ponderable |
| | Conducir a una velocidad ponderable, personal evitar caminar por zonas de movilización del montacargas |
| | Utilizar E.P.P., al introducir material en el horno, evitar salpicaduras de metal líquido, apagar quemadores al cargar aleantes en horno Personal evitar situarse en adyacencias del área |
| | Realizar Operación lentamente para evitar salpicaduras de material |

APÉNDICE 5: A.T.S DE REMOCIÓN DE ESCORIA DEL HORNO Nº 1

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|--|---|
| Lugar: | Area de producción (Horno Nº 1) | |
| Trabajo: | Remoción de escoria del Horno Nº 1 | |
| Cantidad de Personas: | 2 | |
| Nº ATS: 4 Fecha: 16/01/2009 Elaborado por: Edwin Castillo Revisado por: Cellana Lorenzo | | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Alrededores <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input type="checkbox"/> Trabajos encima <input type="checkbox"/> Área Puntada <input type="checkbox"/> Resbalos/calidas <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Mueles/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros | Herramientas/Equipos <input checked="" type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input type="checkbox"/> Grúa/Malecate/winché <input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra <input type="checkbox"/> Otros | E.P.P. requerido <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego <input checked="" type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg. <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/soldadura <input type="checkbox"/> Otros |
| Pruebas <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/pruebas de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltmetro <input type="checkbox"/> Otros | Notificaciones <input type="checkbox"/> Clientes <input type="checkbox"/> IH/AMBIENTAL <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos <input checked="" type="checkbox"/> Supervisor Sitio <input type="checkbox"/> Otros | Riesgos identificados <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input checked="" type="checkbox"/> Otros Quemaduras Otros <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input type="checkbox"/> Inspección de Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad |
| Producto/Material <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Frio <input checked="" type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/pelvo <input type="checkbox"/> Caliente <input checked="" type="checkbox"/> Gases/Apor <input type="checkbox"/> Otros | Requerimientos esp/Personal <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros | |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|--|--|
| Paseo de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Echer fundente en boases | Aspiración de partículas de fundente, eslegrle | Utilizar E.P.P., utilizar herramientas de mano |
| Lenzer boases con fundente al interior del horno | Quemaduras | Aparar quemadores de horno antes de comenzar Utilizar E.P.P., situarse a disteale ponderable y evitar salpaduras del metal líquido |
| Homogenizer | Quemaduras | Realizar Operación lentamente para evitar salpaduras de material |
| Colocar tolva adjunta a puerta del horno y tomar paleta | lesiones | Personal no situarse a las cercanías de la actividad |
| Arrestrar escoria del interior del horno a la tolva | Quemaduras | Personal no situarse a las cercanías de la actividad y realizar la operación evitando salpaduras del metal líquido, apagar quemadores de horno antes de comenzar operación |
| Cerrar puerta de horno y meter termo pozo en el horno | Quemaduras y lesiones | Utilizar E.P.P., utilizar bancos o escalera y evitar parase encima del canal de transferencia, no forzar el termo pozo al meterlo |

APÉNDICE 6: A.T.S DE ACTIVIDADES DURANTE LA COLADA

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|---|---|
|  | | |
| Lugar: | Área de Producción (Línea de Aleaciones) | |
| Trabajo: | Colada continua a través de la Máquina Lingotera | |
| Cantidad de Personas: | 6 | |
| | Cargo: 1 Operador de Montacargas 6 Operadores de Fundición | |
| | Elaborado por: Edwin Caetlillo | |
| | Revisado por: Cellana Lorenzo | |
| | 1 Operador de Hornos | |
| | Nº A.T.S.: 5 Fecha: 29/01/2009 | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Alrededores | Herramientas/Equipos | E.P.P. requerido |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido | <input checked="" type="checkbox"/> Herr. De mano | <input type="checkbox"/> Gafas de Seg. |
| <input type="checkbox"/> Iluminación | <input type="checkbox"/> Opera con aire | <input checked="" type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego |
| <input type="checkbox"/> Ventilación | <input checked="" type="checkbox"/> Bombas | <input checked="" type="checkbox"/> Casco |
| <input type="checkbox"/> Trabajos encima | <input checked="" type="checkbox"/> Mangueras | <input checked="" type="checkbox"/> Guantes |
| <input type="checkbox"/> Área Puntada | <input type="checkbox"/> Generador | <input type="checkbox"/> Arnés de Seg. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resbalos/caídas | <input checked="" type="checkbox"/> Escaleras | <input type="checkbox"/> S.C.B.A |
| <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje | <input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual | <input type="checkbox"/> Protección Auditiva |
| <input type="checkbox"/> Muelles/agua | <input type="checkbox"/> Herr. Eléctricas/Extensión Eléctrica | <input type="checkbox"/> Ropa protec. para contactas/soldadura |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cables/tuberías | <input type="checkbox"/> Grua/Malacate/winch | <input type="checkbox"/> Otros |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Circuito interruptores/Tierra | |
| | <input type="checkbox"/> Otros | |
| Pruebas | Notificaciones | Riesgos identificados |
| <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases | <input type="checkbox"/> Clientes | <input checked="" type="checkbox"/> Conto Eléctrico |
| <input type="checkbox"/> Benzeno | <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos | <input type="checkbox"/> Soldadura |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> IH/AMBIENTAL | <input type="checkbox"/> Agua en hueco |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Supervisor Sitio | <input type="checkbox"/> Riesgo de caída |
| | <input type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Quemaduras, caídas, accidente con montacargas |
| Producto/Material | Requerimientos esp/Personal | Otros |
| <input type="checkbox"/> Corrosivo | <input type="checkbox"/> Soldador | <input type="checkbox"/> Procedimientos |
| <input type="checkbox"/> Frio | <input checked="" type="checkbox"/> Operador de Equip. | <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales |
| <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo | <input type="checkbox"/> Empleado Temp. | <input checked="" type="checkbox"/> Inspección de Equipos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|---|---|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales |
| Prender equipos a usar | Corto Circuito |
| Destapar piqueta | Quemaduras |
| Apagar y Quitar los mecheros del canal transfeencia y de la guitarra | Quemaduras |
| Quitar escoria y nata del canal de transferencia | Quemaduras, caídas |
| Esperar a que se llene la guitarra y quitar manta para que se produzca el vaciado en los moldes | Quemaduras, irritación de piel, manos y nariz |
| Verificar y controlar flujo y nivel del metal líquido en canal y guitarra | Quemaduras |
| Remover constantemente nata y escoria en el canal y la guitarra | Quemaduras |
| Desmoldado | Quemaduras, lesiones por golpes Pérdida auditiva |
| Trasladar lingotes a la tova de almacenamiento | Caída de material encima, quemaduras |
| Trasladar con montacargas la tova llena de lingotes | Accidentes con equipo móvil |

Acciones o procedimientos recomendados
 Revisar continuamente el estado de los equipos, verificando que no haya cables descubiertos
 Utilizar E.P.P. y tener listo otro tapón para controlar salida del metal líquido
 Cerrar primero las válvulas de salida de gas y luego quitar mecheros
 Usar E.P.P., evitar pararse en la máquina lingotera, colocar bancos a los lados y barandas en la zona
 Usar E.P.P., mantener el nivel del metal lo mínimo posible, colocar bien el tapón de la piqueta
 Usar E.P.P., evitar pararse en la máquina lingotera, colocar bancos a los lados y barandas en la zona
 Usar E.P.P., arreglar martillo de lingotera, trabajar con parámetros operacionales, pintar anteriormente con desmoldante los moldes
 evitar caminar por esta zona, no lanzar lingotes con mucha fuerza
 Manejar a una velocidad prudencial, cambiar de sitio bebedero de agua, evitar caminar por zonas de movimiento de montacargas

APÉNDICE 7: A.T.S DE ACTIVIDADES DE LA FINALIZACIÓN DE LA COLADA

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|--|--|
| Lugar: Área de Producción (Línea de Aleaciones) | Nº ATS: 2070.1/2009 | |
| Trabajo: Actividades para la finalización de la colada continua a través de la Lingotera | Elaborado por: Edwin Castillo | |
| Cantidad de Pereones: 5 | Revisado por: Cellena Lorenzo | |
| Pereones: Cargos: 1 Operador de Hornos, 4 Operadores de Fundición | | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Alededores <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input checked="" type="checkbox"/> Trabajos en clima <input type="checkbox"/> Área Puntada <input checked="" type="checkbox"/> Resbalos/caídas <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Muelles/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros _____ | Herramientas/Equipos <input checked="" type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input type="checkbox"/> Grúa/Macacate/Winche <input type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra <input type="checkbox"/> Otros _____ | E.P.P. requerido <input type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego <input checked="" type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg. <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/soldadura <input type="checkbox"/> Otros _____ |
| Pruebas <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltímetro <input type="checkbox"/> Otros _____ | Notificaciones <input type="checkbox"/> Clientes <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos <input type="checkbox"/> Otros _____ | Riesgos Identificados <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input checked="" type="checkbox"/> Otros Quemaduras <input type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Agua en hueco <input type="checkbox"/> Resgo de caída |
| Producto/Material <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input type="checkbox"/> Otros _____ | Requerimientos esp/Personal <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros _____ | Otros <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input type="checkbox"/> Inspecciones Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|--|---|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Sacar tapón de platera | Quemaduras | Utilizar E.P.P. |
| Colocar tapón cubierto con conos y manta de fibra | Quemaduras, irritación de piel, ojos y nariz | Utilizar E.P.P., evitar salpicaduras del metal líquido |
| Quitar tapones de drenado de emergencia de canales | Quemaduras, irritación de piel, ojos y nariz | Utilizar E.P.P., utilizar herramientas de mano largas |
| Quitar peso de guitarra | Quemaduras | Utilizar E.P.P. y quitar peso lentamente |
| Ayudar al drenado del aluminio y evitar que se solidifique | Quemaduras y caídas | Utilizar E.P.P. evitar pararse encima de máquina lingotera en movimiento, colocar barandas y bancos en la zona, apagar controlador de |

APÉNDICE 8: A.T.S DE ARMADO DE LINGOTES EN BULTOS

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">NP.ATS: 7 Fecha: 16/02/2009</p> <p>Elaborado por: Edwin Caestillo</p> <p>Revisado por: Cellena Lorenzo</p> <p style="text-align: center;">Personal de Deetajo</p> |
| <p>Lugar: Area de Producción (Zona de enfriamiento de Lingotes)</p> <p>Trabajo: Armado de Lingotes en Bultos</p> | <p>Cantidad de Personas: 4</p> <p>Cargo: Personal de Deetajo</p> |
| Identificación de Riesgos | |
| <p>Alededores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido</p> <p><input type="checkbox"/> Iluminación</p> <p><input type="checkbox"/> Ventilación</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajos encima</p> <p><input type="checkbox"/> Area Puntada</p> <p><input type="checkbox"/> Resbalos/calidas</p> <p><input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje</p> <p><input type="checkbox"/> Muelle/agua</p> <p><input type="checkbox"/> Cables/tuberías</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Herramientas/Equipos</p> <p><input type="checkbox"/> Herr. De mano</p> <p><input type="checkbox"/> Opera con aire</p> <p><input type="checkbox"/> Generador</p> <p><input type="checkbox"/> Escaleras</p> <p><input type="checkbox"/> Especial/herramienta Inusual</p> <p><input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica</p> <p><input type="checkbox"/> Grúa/Malacate/Winche</p> <p><input type="checkbox"/> Equipo Móvil</p> <p><input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> |
| <p><input type="checkbox"/> Químicos</p> <p><input type="checkbox"/> Material con filo</p> <p><input type="checkbox"/> Congestión</p> <p><input type="checkbox"/> Caminos</p> <p><input type="checkbox"/> Guayas/cables</p> <p><input type="checkbox"/> Clima</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Combustible</p> | <p>E.P.P. requerido</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg.</p> <p><input type="checkbox"/> Ropa a retardante/a prueba de fuego</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Casco</p> <p><input type="checkbox"/> Respirador</p> <p><input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg.</p> <p><input type="checkbox"/> Ropa protec. para cordadas/solidadura</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> |
| <p>Pruebas</p> <p><input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases</p> <p><input type="checkbox"/> Benzeno</p> <p><input type="checkbox"/> Voltímetro</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Riesgos identificados</p> <p><input type="checkbox"/> Corto Eléctrico</p> <p><input type="checkbox"/> Excavación</p> <p><input type="checkbox"/> Espacio confinado</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Lesiones lumbares y caída de material/enclima, corte de piel</p> |
| <p>Producto/Material</p> <p><input type="checkbox"/> Corrosivo</p> <p><input type="checkbox"/> Frio</p> <p><input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otros</p> | <p>Requerimientos esp/Personal</p> <p><input type="checkbox"/> Soldador</p> <p><input type="checkbox"/> Operador de Equip.</p> <p><input type="checkbox"/> Empleado Temp.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> |
| <p><input type="checkbox"/> Caliente</p> <p><input type="checkbox"/> Gas/Vapor</p> <p><input type="checkbox"/> Pesado y filoso</p> | <p>Otros</p> <p><input type="checkbox"/> Procedimientos</p> <p><input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales</p> <p><input type="checkbox"/> Inspección de Equipos</p> <p><input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad</p> |

| ANALISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|---|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales |
| Buscar lingotes base | Caídas |
| Juntar seis lingotes base (armar primera capa) | Lesiones Lumbares |
| Tomar lingote plano y quitar conchas y lágrimas | Cortes de piel |
| Lanzar lingotes planos | Caída de material, lesiones Lumbares |
| Recibir lingote y colocar en capas de lingotes ya armadas | Lesiones Lumbares, caídas de materia |
| | Acciones o procedimientos recomendados |
| | No subirse encima de los lingotes, utilizar E.P.P., tomar lingotes base accesibles para |
| | Arrodillarse al juntar lingotes, colocar material debajo de rodillas |
| | Utilizar E.P.P. |
| | Sujetar bien el lingote, lanzar sólo cuando el otro operador esté preparado para tomar y utilizar E.P.P. |
| | Sujetar bien el lingote, utilizar E.P.P., doblar rodillas y abrir las piernas al colocar lingote |

APÉNDICE 9: A.T.S DE FLEJADO CON FLEJE DE POLIESTER

| | | |
|---|--|--|
| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | Nº ATS: 19/02/2008 |
| Lugar: | Área de Producción (área de almacenaje de lingotes) | Fecha: |
| Trabajo: | Flejado con fleje de poliéster | Elaborado por: Edwin Castillo |
| Cantidad de Personas: | 1 | Revisado por: Cellana Lorenzo |
| Cargo: | Operador de Embalaje | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Alrededores | Herramientas/Equipos | E.P.P. requerido |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input type="checkbox"/> Trabajos en altura <input type="checkbox"/> Área Puntada <input type="checkbox"/> Resbalos/caídas <input checked="" type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Muelles/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input type="checkbox"/> Grúa/Malecate/Winche <input type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra <input type="checkbox"/> Otros <input checked="" type="checkbox"/> Máquina flejadora | <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input type="checkbox"/> Ropa a resistentes/a prueba de fuego <input type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Arnés de Seg. <input type="checkbox"/> S.C.B.A <input checked="" type="checkbox"/> Protección Auditiva <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/soledadura <input type="checkbox"/> Otros |
| Pruebas | Notificaciones | Riesgos identificados |
| <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltímetro <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Clientes <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos <input checked="" type="checkbox"/> IH/AMBIENTAL <input type="checkbox"/> Supervisor Sitio <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input checked="" type="checkbox"/> Riesgo de caída <input type="checkbox"/> Otros |
| Producto/Material | Requerimientos esp/Personal | |
| <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Hidrocarburo <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input type="checkbox"/> Caliente <input type="checkbox"/> Gas/Vapor <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros Otros <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input type="checkbox"/> Inspección de Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad | |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|----------------------------|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Llevar fleje al bulto a flejar | Caidas | Situar el carro contenedor de flejes lo más cercano al bulto |
| Introducir fleje en parte inferior del bulto | lesiones Lumbares, | Arrodillarse |
| Rodear bulto con fleje y accionar máquina para apretar y vulcanizar | Cortes de piel, lesiones | Sujetar bien la máquina flejadora, no meter dedos ni manos cuando la máquina vulcanice |

APÉNDICE 10: A.T.S DE FLEJADO CON FLEJE GALVANIZADO

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|--|--|
|  | <p>Área de Producción Zona de flejado con fleje galvanizado</p> |
| Lugar: | NP.ATS: 26/02/2008 |
| Trabajo: | Elaborado por: Edwin Caestillo |
| | Revisado por: Cellena Lorenzo |
| Cantidad de Personas: | Cargo: Operadores de Embalaje |
| Identificación de Riesgos | |
| <p>Alededores</p> <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input type="checkbox"/> Trabajos en altura <input type="checkbox"/> Área Puntada <input type="checkbox"/> Resbalos/caídas <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Muelle/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros | <p>Herramientas/Equipos</p> <input type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input checked="" type="checkbox"/> Bombas <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta Inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input type="checkbox"/> Grúa/Malacate/Winch <input type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptor/Tierra <input checked="" type="checkbox"/> Otros Máquina Flejadora neumática |
| <p>Pruebas</p> <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltímetro <input type="checkbox"/> Otros | <p>Notificaciones</p> <input type="checkbox"/> Clientes <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos <input checked="" type="checkbox"/> I/A/AMBIENTAL <input type="checkbox"/> Supervisor Sitio <input type="checkbox"/> Otros |
| <p>Producto/Material</p> <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input checked="" type="checkbox"/> Otros | <p>Requerimientos esp/Personal</p> <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros |
| <p>E.P.P. requerido</p> <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego <input checked="" type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg. <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/acidadura <input type="checkbox"/> Otros | |
| <p>Riesgos Identificados</p> <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input checked="" type="checkbox"/> Otros | |
| <p>Otros</p> <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input checked="" type="checkbox"/> Inspección de Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad | |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|---|---|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Probar salida de aire comprimido | Pérdida auditiva, proyección de partículas provenientes del compresor de aire | Utilizar E.P.P., revisar y realizar mantenimiento constante al compresor, No acercarse a boquilla de salida de aire |
| Llevar fleje al bulto a flejar | Caidas, cortes de piel | Situar el carro contenedor de flejes lo más cercano al bulto, utilizar E.P.P. |
| Meter fleje en grapa e introducir fleje en parte inferior del bulto | lesiones Lumbares cortes de piel | Usar E.P.P., arrodillarse |
| Rodear bulto con fleje, meter fleje en grapa y asegurar | Cortes de piel | Usar E.P.P. |
| Accionar máquina flejadora para que apriete y corte fleje | Cortes de piel, lesiones | Sujetar bien la máquina flejadora, no meter dedos ni manos cuando la máquina vulcanice |

APÉNDICE 11: A.T.S DE PESAJE DE BULTOS DE LINGOTES

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|---|--|
|  | | |
| Lugar: | Área de Producción (Área de pesaje, balanza de 3 Ton) | |
| Trabajo: | Pesaje de bultos de lingotes | |
| Cantidad de Personas: | Cargo: 1 Operador de Embalaje 1 Operador de Montacargas | |
| Identificación de Riesgos | | |
| Nº ATS: | 10/ Fecha: 18/03/2008 | |
| Elaborado por: | Edwin Castillo | |
| Revisado por: | Cellana Lorenzo | |
| Alededores | Herramientas/Equipos | E.P.P. requerido |
| <input checked="" type="checkbox"/> Nivel de ruido | <input type="checkbox"/> Herr. De mano | <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. |
| <input type="checkbox"/> Iluminación | <input type="checkbox"/> Opera con alte | <input type="checkbox"/> Ropa a resalante/a prueba de fuego |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ventilación | <input type="checkbox"/> Bombas | <input checked="" type="checkbox"/> Casco |
| <input type="checkbox"/> Trabajos encima | <input type="checkbox"/> Mangueras | <input checked="" type="checkbox"/> Respirador |
| <input type="checkbox"/> Área Puntada | <input type="checkbox"/> Andamio | <input type="checkbox"/> Arnés de Seg. |
| <input type="checkbox"/> Resbalos/caídas | <input type="checkbox"/> Extintor de fuego | <input type="checkbox"/> S.C.B.A |
| <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje | <input checked="" type="checkbox"/> Especial/herramienta Inusual | <input checked="" type="checkbox"/> Protección Auditiva |
| <input type="checkbox"/> Muelles/agua | <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica | <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/acidadura |
| <input type="checkbox"/> Cables/tuberías | <input type="checkbox"/> Grúa/Malacate/Winche | <input type="checkbox"/> Otros |
| <input checked="" type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil | |
| | <input type="checkbox"/> Circuito Interrupción/Tierra | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Otros | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Material caliente | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Balanza de 3 Ton. | |
| Pruebas | Notificaciones | Riesgos Identificados |
| <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases | <input type="checkbox"/> Clientes | <input type="checkbox"/> Conto Eléctrico |
| <input type="checkbox"/> Benzeno | <input type="checkbox"/> Dept. Bomberos | <input type="checkbox"/> Excavación |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> IH/AMBIENTAL | <input type="checkbox"/> Espacio confinado |
| | <input type="checkbox"/> Otros | <input checked="" type="checkbox"/> Otros |
| | | <input type="checkbox"/> Soldadura |
| | | <input type="checkbox"/> Agua en hueco |
| | | <input type="checkbox"/> Riesgo de caída |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> caídas de material encima |
| Producto/Material | Requerimientos esp/Personal | Otros |
| <input type="checkbox"/> Corrosivo | <input type="checkbox"/> Soldador | <input type="checkbox"/> Procedimientos |
| <input type="checkbox"/> Frio | <input type="checkbox"/> Operador de Equip. | <input checked="" type="checkbox"/> Consideraciones ambientales |
| <input type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo | <input type="checkbox"/> Empleado Temp. | <input checked="" type="checkbox"/> Inspección de Equipos |
| <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Otros | <input type="checkbox"/> Desactivación de eq. Crítico en seguridad |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|--|--|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Tomar lingotes a pesar con montacargas | caída de material encima | Utilizar E.P.P., personal ajeno a la actividad no situarse en cercanías |
| Trasladar material a área de pesaje | accidentes con equipo móvil | Utilizar E.P.P., personal ajeno a la actividad no situarse en cercanías, conducir a vel. Prudencial |
| Colocar encima de balanza | caída de material encima | Utilizar E.P.P., personal ajeno a la actividad no situarse en cercanías, colocar lentamente el bulto en la balanza, situar debidamente los listones |
| marcar el peso en el bulto de lingotes | caída de material encima | Usar E.P.P., no apoyar manos ni cuerpo en el bulto de lingotes |
| tomar bulto y trasladarlo al patio de almacenaje | caída de material encima accidente con equipo móvil | Realizar esta operación sólo cuando el operador de embalaje indique, manejar prudentemente, personal no transitar por áreas de traslado de montacargas |
| | | Cambiar área de pesaje |

APÉNDICE 12: A.T.S DE PREPARACIÓN DE LÍNEA

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | |
|---|--|
| Lugar: Área de Producción (Lingotera y alrededores) | Nº A: 11 Fecha: 29/03/2009 |
| Trabajo: Preparación de Línea de producción de lingotes de 10 kg. | Elaborado por: Edwin Castillo |
| Cantidad de Personas: 6 | Revisado por: Cellana Lorenzo |
| Cargo: Operadores de Fundición | |
| Identificación de Riesgos | |
| Alededores <input type="checkbox"/> Nivel de ruido <input type="checkbox"/> Iluminación <input type="checkbox"/> Ventilación <input type="checkbox"/> Trabajos en clima <input type="checkbox"/> Área Puntada <input type="checkbox"/> Resbalos/caídas <input type="checkbox"/> Línea Alto Voltaje <input type="checkbox"/> Muelles/agua <input type="checkbox"/> Cables/tuberías <input type="checkbox"/> Otros _____ | Herramientas/Equipos <input checked="" type="checkbox"/> Herr. De mano <input type="checkbox"/> Opera con aire <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> Escaleras <input type="checkbox"/> Especial/herramienta inusual <input type="checkbox"/> Herr. Eléctrica/Extensión Eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> Grúa/Malacate/Winche <input checked="" type="checkbox"/> Equipo Móvil <input type="checkbox"/> Circuito Interruptos/Tierra <input type="checkbox"/> Otros _____ |
| Químicos <input type="checkbox"/> Material con filo <input type="checkbox"/> Congestión <input type="checkbox"/> Caminos <input type="checkbox"/> Guayas/cables <input type="checkbox"/> Clima <input checked="" type="checkbox"/> Otros _____ <input type="checkbox"/> Combustible | E.P.P. requerido <input checked="" type="checkbox"/> Gafas de Seg. <input type="checkbox"/> Ropa a resistente/a prueba de fuego <input type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Eq. Lava ojos <input checked="" type="checkbox"/> Calzado de seg. <input type="checkbox"/> Ropa protec. para cortadas/soldadura <input type="checkbox"/> Otros _____ |
| Pruebas <input type="checkbox"/> Monitoreo de Gases/prueba de gases <input type="checkbox"/> Benzeno <input type="checkbox"/> Voltímetro <input type="checkbox"/> Otros _____ | Riesgos Identificados <input type="checkbox"/> Corto Eléctrico <input type="checkbox"/> Excavación <input type="checkbox"/> Espacio confinado <input checked="" type="checkbox"/> Otros Intoxicación, lesiones, cortes de piel |
| Producto/Material <input type="checkbox"/> Corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Hidrocarburo <input type="checkbox"/> Gas/Vapor <input checked="" type="checkbox"/> Partículas en el ambiente/polvo <input type="checkbox"/> Otros _____ | Requerimientos esp/Personal <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Operador de Equip. <input type="checkbox"/> Empleado Temp. <input type="checkbox"/> Otros _____ |
| Otros <input type="checkbox"/> Procedimientos <input type="checkbox"/> Consideraciones ambientales <input type="checkbox"/> Inspección de Equipos <input type="checkbox"/> Desactivación de eq., Crítico en seguridad | |

| ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO | | |
|---|---|--|
| Pasos de trabajo | Riesgos Potenciales | Acciones o procedimientos recomendados |
| Limpiar el área | Emanación de polvo y partículas en el aire | Usar E.P.P., colocar tolvas en cercanías de piqueta para evitar trabajos de limpieza |
| Quitar conchas y lágrimas en moldes guitarra, canal y flotador cerámico | Cortes de piel, lesiones | Usar E.P.P., utilizar las paletas y varas de acero |
| Limpiar piscina del sistema de enfriamiento | Cortes de piel, caída de banda suspendida sobre brazos. | Al levantar banda de lingotera, asegurarse que los ganchos toman correctamente la misma colocar soporte debajo de la banda suspendida. Utilizar pala y pinzas de acero al sacar residuos de aluminio |
| Tapar bocas de drenado de emergencia | Caidas | Realizar esta operación después de quitar las pallas llenas de metal de ésta área |
| Cambiar pallas de drenado de emergencia | Caída de material, | Nombrar Operador de grúa, asegurar bien la pala |
| cubrir con material de revestimiento boquilla y flotador de guitarra | Aspiración de partículas, caldas | Usar E.P.P., colocar bancos y/o plataformas en esta zona |
| Pintar moldes, canal, araña y guitarra on desmoldante | Intoxicación, caldas | Usar E.P.P., colocar bancos y/o plataformas en el área |
| Precalentar canal y tolvas de drenado | Quemaduras | Usar E.P.P., colocar rápidamente mecheros en sitios a precalentar |
| Colocar manta encima del canal y en la boca de la guitarra | Quemaduras, irritación de piel, nariz y ojos | Usar E.P.P, tener precaución, colocar mantas rápidamente |

