



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**DESARROLLO DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE HILO DE PLOMO**

Leonel Arturo Chacón Barrios

Asesorado por Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, Septiembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE HILO DE PLOMO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LEONEL ARTURO CHACÓN BARRIOS

Asesorado por: Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, Septiembre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|----------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Lic. Amahàn Sanchèz Àlvarez |
| VOCAL III | Ing. Julio David Galicia Celada |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Vèliz Vargas |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

| | |
|-------------|-----------------------------------|
| DECANO: | Ing. Jorge Mario Morales Gonzalez |
| EXAMINADOR: | Ing. Elmer Zelada |
| EXAMINADOR: | Ing. Anibal Alvarado |
| EXAMINADOR: | Ing. Carlos Brolo |
| SECRETARIO: | Ing. Edgar Jose Bravatti Castro |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración
mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE HILO DE PLOMO,

tema que me fuera asignado por el Director de la Escuela Mecánica
Industrial, con fecha 12 de Julio de 2005.

LEONEL ARTURO CHACÓN BARRIOS

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES:

LEONEL ETELBO CHACÓN GONZALEZ

BERTHA LIDIA BARRIOS BERREONDO DE CHACÓN

A MI ESPOSA:

DIANA MARIA ZUÑIGA SOLORZANO DE CHACÓN

A MIS HIJOS:

DIANA LISETH CHACÓN ZUÑIGA

DAVID ALEJANDRO CHACÓN ZUÑIGA

A MI HERMANA Y SOBRINOS:

GLENDIA CHACÓN BARRIOS DE CONTRERAS

LUISA FERNANDA CONTRERAS CHACÓN

CARLOS ANDRES CONTRERAS CHACÓN

DIEGO ANTONIO CONTRERAS CHACÓN

A MIS ABUELOS:

RAFAEL BARRIOS REYES

Q.E.P.D.

MARIA LIDIA BERREONDO DE BARRIOS

Q.E.P.D.

RAFAEL CHACÓN LEAL

Q.E.P.D.

MARIA ROGELIA GONZALEZ DE CHACÓN Q.E.P.D.

A MIS TIOS:

EN GENERAL

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

POR HABERME PERMITIDO LLEGAR
A ESTE MOMENTO.

A MIS PADRES

POR LA CONFIANZA Y APOYO PARA LA
CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A MI FAMILIA

ESPOSA E HIJOS POR LA PACIENCIA Y AYUDA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA INDUSTRIAL.

INDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------|------|
| INDICE DE ILUSTRACIONES | X |
| GLOSARIO..... | XIII |
| RESUMEN | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| OBJETIVOS | XIX |

1. MATERIA PRIMA

| | |
|---|----|
| 1.1 Naturaleza del Material | |
| 1.1.1 Plomo..... | 1 |
| 1.1.2 Antimonio..... | 2 |
| 1.2 Proveedores de Plomo en Guatemala..... | 5 |
| 1.3 Proveedores de Antimonio en Guatemala..... | 7 |
| 1.4 Propiedades del Plomo y Antimonio | 7 |
| 1.4.1 Físicas..... | 7 |
| 1.4.2 Otras..... | 9 |
| 1.5 Propiedades del Hilo de Plomo (Aleación)..... | 10 |
| 1.5.1 Físicas..... | 10 |

| | |
|--------------------------|----|
| 1.5.2 Mecánicas. | 11 |
|--------------------------|----|

2. MAQUINARIA

| | |
|---|----|
| 2.1 Horno de Fundición | 17 |
| 2.1.1 Propósito de la operación. | 17 |
| 2.1.2 Datos técnicos. | 17 |
| 2.1.3 Funcionamiento. | 18 |
| 2.1.4 Observaciones. | 18 |
| 2.2 Máquina de Colada Manual. | 18 |
| 2.2.1 Propósito de la operación. | 18 |
| 2.2.2 Datos técnicos. | 19 |
| 2.2.3 Funcionamiento. | 19 |
| 2.2.3.1 Puesta en marcha. | 19 |
| 2.2.3.2 Encendido con gas. | 20 |
| 2.2.3.3 Fabricación del lingote de plomo. | 20 |
| 2.2.4 Observaciones. | 21 |
| 2.3 Cizalla Lingotera. | 21 |
| 2.3.1 Propósito de la operación. | 21 |
| 2.3.2 Datos técnicos. | 22 |
| 2.3.3 Funcionamiento. | 22 |

| | | |
|---------|------------------------------------|----|
| 2.3.3.1 | Puesta en marcha | 22 |
| 2.3.3.2 | Operación automática. | 22 |
| 2.3.3.3 | Operación manual. | 23 |
| 2.3.4 | Observaciones. | 23 |
| 2.4 | Prensa de extrusión. | 24 |
| 2.4.1 | Propósito de la operación. | 24 |
| 2.4.2 | Datos técnicos. | 24 |
| 2.4.3 | Funcionamiento. | 25 |
| 2.4.3.1 | Puesta en marcha. | 25 |
| 2.4.3.2 | Operación automática. | 25 |
| 2.4.3.3 | Operación manual. | 26 |
| 2.4.4 | Observaciones. | 26 |
| 2.5 | Bobina Automática. | 27 |
| 2.5.1 | Propósito de la operación. | 27 |
| 2.5.2 | Datos técnicos. | 27 |
| 2.5.3 | Funcionamiento. | 28 |
| 2.5.3.1 | Puesta en marcha. | 28 |
| 2.5.3.2 | Operación automática. | 28 |
| 2.5.4 | Observaciones. | 29 |

3. PLANIFICACION Y CONTROL EN LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA DE HILO DE PLOMO

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 3.1 | Teoría. | 31 |
|-----|-----------------|----|

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1.1 | Planificación. | 31 |
| 3.1.2 | Programación. | 31 |
| 3.2 | Procedimiento de Control en la Implementación de la Planta de Hilo de Plomo. | 32 |
| 3.2.1 | Listado y cálculo de la duración de las tareas. | 32 |
| 3.2.2 | Elaboración del diagrama. | 34 |
| 3.2.3 | Numeración de eventos. | 34 |
| 3.2.4 | Determinación Te y Tl. | 34 |
| 3.2.5 | Camino crítico. | 34 |
| 3.2.6 | Holguras. | 35 |
| 3.2.7 | Diagrama de barras (Gant). | 37 |

4. INGENIERIA DEL PROYECTO

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Estudio de Tiempos del Proceso del Hilo de Plomo. | 39 |
| 4.1.1 | Equipo. | 39 |
| 4.1.2 | Registro de la información importante. | 39 |
| 4.1.3 | División de la operación en elementos. | 40 |
| 4.1.4 | Número de ciclos a observar. | 40 |
| 4.1.5 | Toma de tiempo. | 41 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.6 | Calificación de la actuación. | 41 |
| 4.1.7 | Tolerancias. | 41 |
| 4.1.8 | Cálculo del tiempo estándar. | 42 |
| 4.1.9 | Resultados. | 42 |
| 4.2 | Diagramas de Proceso de Hilo de Plomo. | 48 |
| 4.2.1 | Diagrama de operaciones. | 48 |
| 4.2.2 | Diagrama de flujo. | 50 |
| 4.2.3 | Diagrama de recorrido. | 51 |

5. CONTROL DE CALIDAD DEL HILO DE PLOMO

| | | |
|---------|---|----|
| 5.1 | Definición de los Puntos de Control del Proceso. | 53 |
| 5.1.1 | Pruebas de recepción. | 53 |
| 5.1.2 | Control químico. | 54 |
| 5.1.3 | Control visual. | 54 |
| 5.1.4 | Control dimensional. | 54 |
| 5.1.5 | Inspección final. | 55 |
| 5.2 | Especificaciones del Control del Hilo de Plomo. | 56 |
| 5.2.1 | Diseño y Cálculos. | 56 |
| 5.2.1.1 | Diámetro del hilo. | 56 |
| 5.2.1.2 | Porcentaje de pureza en pruebas de recepción | 57 |

| | | |
|---------|--|----|
| 5.2.1.3 | Control químico de la aleación y producto terminado (Hilo de plomo antimoniado). . . | 58 |
| 5.2.1.4 | Control dimensional de granulometría. | 58 |
| 5.2.2 | Gráficos de control. | 58 |
| 5.2.2.1 | Gráficos de control del diámetro del hilo. | 58 |
| 5.2.2.2 | Gráficos de control del porcentaje de pureza en pruebas de recepción. | 61 |
| 5.2.2.3 | Gráficos de control de la aleación y producto terminado. | 63 |
| 5.2.2.4 | Gráficos de control dimensional de granulometría | 65 |
| 5.2.3 | Muestreo de Aceptación. | 66 |
| 5.2.3.1 | Militar Standar 105D Nivel II (simple). | 66 |
| 5.2.3.2 | Militar Standar 414 Nivel IV(simple). | 68 |
| 5.3 | Equipo en Cada Punto de Control. | 71 |
| 5.4 | Personal en Cada Punto de Control. | 72 |
| 5.5 | Tareas y Obligaciones del Personal Encargado. | 73 |
| 5.6 | Diseño del Manual de Normas y Procedimientos para Comprobación de la Calidad en cada Punto de Control. | 75 |
| 5.7 | Formatos para el Control del Proceso. | 78 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 5.8 | Recomendaciones. | 80 |
| 6. | MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA DEL HILO DE PLOMO | |
| 6.1 | Mantenimiento General de la maquinaria. | 80 |
| 6.1.1 | Mantenimiento preventivo. | 81 |
| 6.1.2 | Mantenimiento correctivo. | 81 |
| 6.1.3 | Sistema eléctrico-electrónico. | 81 |
| 6.1.4 | Sistema mecánico. | 82 |
| 6.1.5 | Sistema de gas. | 82 |
| 6.1.6 | Sistema hidráulico. | 83 |
| 6.1.7 | Engrase y lubricación (Diagramas). | 83 |
| 6.1.8 | Cronograma. | 86 |
| 6.2 | Diagrama de Flujo de la Reparación y Montaje de las Máquinas. | 87 |
| 6.3 | Recursos. | 88 |
| 6.3.1 | Humanos. | 88 |
| 6.3.2 | Herramientas y materiales. | 88 |
| 6.3.3 | Documentación. | 89 |
| 7. | SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DE LA PLANTA DE HILO DE PLOMO | |
| 7.1 | Seguridad Industrial de la Planta. | 91 |

| | | |
|---------------------------------|--|------------|
| 7.1.1 | Equipo de protección personal. | 91 |
| 7.1.2 | Información y rótulos de seguridad. | 92 |
| 7.1.3 | Energía eléctrica. | 93 |
| 7.1.4 | Incendios y explosiones. | 94 |
| 7.1.5 | Pasillos para transitar. | 96 |
| 7.1.6 | Máquinas y motores. | 97 |
| 7.1.7 | Herramientas de mano. | 98 |
| 7.1.8 | Manejo de materiales pesados, calientes y cortantes. | 98 |
| 7.1.9 | Identificación de tuberías. | 100 |
| 7.2 | Higiene Industrial de la Planta. | 100 |
| 7.2.1 | Limpieza del edificio. | 100 |
| 7.2.2 | Limpieza de maquinaria. | 101 |
| 7.2.3 | Supresión de humos y gases. | 102 |
| 7.2.4 | Heridas. | 103 |
| 7.2.5 | Hemorragias. | 103 |
| 7.2.6 | Fracturas. | 103 |
| 7.2.7 | Asfixia. | 104 |
| CONCLUSIONES. | | 105 |
| RECOMENDACIONES. | | 109 |
| BIBLIOGRAFÍA. | | 113 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO | 115 |
| Anexo 4.1 Distribución en planta (Layout)..... | 118 |
| Anexo 4.2 Anclaje de la maquinaria..... | 119 |
| Anexo 4.3 Drenaje..... | 120 |
| Anexo 4.4 Alimentación de agua..... | 121 |
| Anexo 4.5 Ventilación de la planta..... | 122 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| No | Título | Página |
|----|---|--------|
| 1 | Curva esfuerzo deformación unitaria del hilo de plomo | 15 |
| 2 | CPM | 123 |
| 3 | Engrase lubricación cizalla lingotera | 84 |
| 4 | Engrase lubricación bobina automática | 85 |
| 5 | Cronograma de mantenimiento | 86 |

TABLAS

| No | Título | Página |
|-----|---------------------------|--------|
| I | Cálculo de la deformación | 14 |
| II | Holguras | 36 |
| III | Estudio de tiempos No.1 | 43 |
| IV | Estudio de tiempos No.2 | 44 |
| V | Estudio de tiempos No.3 | 45 |

| | | |
|-------|---|----|
| VI | Estudio de tiempos No4 | 46 |
| VII | Estudio de tiempos No5 | 47 |
| VIII | Resumen Diagrama Operaciones | 49 |
| IX | Control de dimensión diámetro del hilo de plomo | 59 |
| X | Control de dimensión diámetro del hilo de plomo | 60 |
| XI | Control del porcentaje de pureza del plomo | 61 |
| XII | Control del porcentaje de pureza del antimonio | 62 |
| XIII | Control del porcentaje del plomo | 63 |
| XIV | Control del porcentaje del antimonio | 64 |
| XV | Control dimensional de granulometría | 65 |
| XVI | Militar estándar 105D nivel II | 67 |
| XVII | Militar estándar 105D nivel II | 68 |
| XVIII | Prueba de recepción | 78 |
| XIX | Control químico | 78 |
| XX | Control dimensional | 79 |
| XXI | Inspección final | 79 |
| XXII | Aspecto | 80 |

GLOSARIO

| | |
|----------------------------------|---|
| AQL | Nivel de la calidad aceptable. |
| Atributos | Límites establecidos para calificar en base a cualidades. |
| Bitácora | Tarjeta en donde se lleva el historial de una máquina. |
| CPM | Método del Camino Crítico. |
| Crisol | Embalaje cilíndrico de metal resistente al calor. |
| Disponibilidad | Situación disponible o de lo que se puede echar mano con libertad. |
| Extintores portátiles | Extinguidotes para controlar inicios de fuego. |
| Índice | Valor que indica o identifica posición entre varios valores. |
| Límites de especificación | Límites impuestos por normas establecidas en base a los requerimientos. |
| Límites del proceso | Límites establecidos por el proceso de producción. |
| Ligote | Concentración de plomo y antimonio en forma cilíndrica. |

| | |
|--------------------------|---|
| Matriz | Cuadro compuesto de filas y columnas para la apreciación rápida de la relación entre dos partes. |
| Pedido | Solicitud para la fabricación de un producto. |
| Quemador | Salida de gas que, al combinarse con fuego produce calor. |
| Rebabas | Lingote de plomo con caras ásperas. |
| Rechupe | Lingote de plomo que contiene burbujas de oxígeno. |
| Regulador tèrmico | Termostato para regular la temperatura. |
| Requerimiento | Necesidad de algo para conseguir un objetivo. |
| Saturnismo | Enfermedad que proviene de la intoxicación de los vapores del plomo, produciendo cólicos, mareos y vòmitos. |
| Variables | Límites establecidos para Valor calificar en base a mediciones. |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en el desarrollo de una planta procesadora de hilo de plomo, en el cual se describe el proceso sistematizado de la elaboración del hilo de plomo, a través de los principios básicos y fundamentales de la Ingeniería Industrial. El primer capítulo consiste en la descripción de la materia prima, sus propiedades físicas y mecánicas, así como los proveedores del plomo y antimonio en Guatemala. Siguiendo con la descripción de la maquinaria, propósito de la operación, datos técnicos y funcionamiento. El capítulo tres es la planificación y programación de la implementación de la planta, utilizando como herramientas el CPM y diagrama de Gant. En el cuarto se desarrolla la ingeniería del proyecto, estudio de tiempos y movimientos, también diagramas de proceso, como lo son de operaciones, de flujo y recorrido. El capítulo cinco consiste en la implementación del control de calidad del hilo de plomo, utilizando gráficos de control y muestreos de aceptación basados en tablas de Militar Estándar 105D. También pruebas de recepción, control químico, visual, dimensional e inspección final. El sexto es el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria del sistema eléctrico, mecánico, gas, hidráulico y diagramas de flujo de lubricación. Por último en el séptimo, se trata de la seguridad e higiene de la planta, describiendo equipos de protección, rotulos de seguridad, pasillos para transitar, manejo de materiales pesados, calientes y cortantes, etc. Además un programa de limpieza del edificio, supresión de humos y gases, prevención de accidentes. Este trabajo puede servir de guía para el desarrollo de cualquier planta que conlleve a un proceso de producción. Esta maquinaria además del hilo de plomo, puede utilizarse para fabricar alambre de estaño y cobre para conducciones eléctricas y materiales de apoyo. Se puede buscar un mercado para la venta de estaño y cobre.

INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación el trabajo de investigación titulado DESARROLLO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE HILO DE PLOMO, iniciándose con el análisis de la materia prima, hasta el funcionamiento sistemático de la planta, basándose en los principios básicos y fundamentales de la Ingeniería Industrial. Este trabajo fuè elaborado tomando en cuenta la necesidad de crear los sistemas y métodos de trabajo que permitan producir en forma ordenada, lograr una mayor calidad, mantener la maquinaria en buen estado y seguir las normas de seguridad e higiene básicas.

El proyecto empieza con la descripción de la materia prima y sus propiedades, tanto físicas como mecánicas. Describiéndose a continuación el funcionamiento técnico y mecánico de la maquinaria; seguidamente, se estudia la parte científica de proyecto, aplicando ingeniería, desde el estudio de tiempos, diagramas de proceso, control de la calidad, control de la producción, mantenimiento y seguridad industrial de la planta.

Asi mismo, se indican los factores más importantes que producen accidentes que se pueden presentar, tanto en la aplicación de las técnicas como en el proceso de producción; proporcionando las recomendaciones necesarias para evitar cualquier tipo de accidentes.

Este trabajo puede servir de guía para la aplicación de la Ingeniería Industrial, para el desarrollo de cualquier planta que conlleve a un proceso de producción.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proporcionar los métodos y procedimientos técnicos del funcionamiento, fabricación y control de una planta procesadora de hilo de plomo y otros metales susceptibles de hilar, siguiendo las normas y técnicas que aplica la Ingeniería Industrial.

Objetivos específicos

1. Establecimiento de un campo de actividad nuevo para actualizar el conocimiento técnico-científico de la industria metal mecánica.
2. Analizar la naturaleza, proveedores y propiedades tanto físicas como mecánicas de la materia a procesar.
3. Explicar el funcionamiento de cada máquina que interviene en la fabricación del hilo de plomo para que no exista dependencia laboral.
4. Elaborar un estudio de tiempos del proceso para determinar la duración del tiempo estándar de cada operación.
5. Establecer un sistema de control de calidad de la planta en base a variables y atributos, para verificar la producción del hilo de plomo.
6. Calcular la demanda del hilo de plomo para que nuestros requerimientos de materia prima se efectúen en la fecha indicada.
7. Determinar los programas o planes de mantenimiento para que la maquinaria y equipo tengan una mejor vida útil de trabajo.
8. Definir los factores accidentales que se pueden presentar en los diferentes procesos y área de trabajo.
9. Proporcionar los elementos básicos de la capacidad de la maquinaria, para producir otros productos extruídos.

1. MATERIA PRIMA

1.1 NATURALEZA DEL MATERIAL

1.1.1. PLOMO

Del Latín PLUMBUM. Es un metal con un aspecto exterior característico que presenta el color gris azulado, la superficie reciente de rotura es de color blanco Argentífero muy brillante y es resistente a la corrosión. El plomo se obtiene por fusión en un horno del mineral de plomo más importante: LA GALENA. La Galena es un mineral que contiene aproximadamente el 85% de plomo; además es un sulfuro muy corriente, que se encuentra en filones asociado con la blenda, pirita, marcasita, calcopirita, cerusita, anglesita, dolomita, calcita, cuarzo, baritina y fluorita. Cuando se halla en filones hidrotermales, la Galena se asocia a menudo con minerales de plata ,convirtiendose en una mena de este metal. Una gran parte de la producción de plomo se obtiene como producto secundario de menas beneficiadas especialmente por un contenido en plata. Otro tipo de depósitos de Galena está asociado a las calizas, ya sea en filones, rellenando espacios libres en la roca o en depósitos de reemplazamiento.

El plomo, también, puede ser extraído en forma mineral en porcentajes menores que la Galena en: cerucita, anglesita, piromorfita, minio, wolferita y crocoita.

Para obtener el plomo, se calienta el mineral haciendo que una corriente de aire le atraviese para eliminar el azufre. A continuación se le reduce por fusión en un horno para separar el oxígeno del óxido de plomo y transformar este último en plomo bruto, el cual contiene todavía impurezas. La segunda etapa, denominada de refinado sirve para eliminarlas y obtener el plomo puro.

1.1.2. ANTIMONIO

Del latín STIBIUM. Es extraído en forma mineral de la ESTIBINA; es un metal brillante de color blanco argentado frágil, se emplea como material de aleación para obtener cuerpos duros y frágiles. La estibina tiene un brillo metálico reluciente en las caras, color y raya gris plomo a negro opaco. Se caracteriza por su fácil fusibilidad, hábito hojoso; la estibina es depositada por aguas alcalinas, normalmente asociadas con cuarzo. Se encuentra en filones o capas de cuarzo en granitos, asociada con otros minerales de antimonio, como productos de su descomposición y con galena, cinabrio, blenda, baritina, rejalgar, oropimente y oro.

La MENA principal del antimonio es usada en varias aleaciones como el plomo-antimoniado para baterías de acumuladores, metal tipográfico, peltre, etc.

Los síntomas de intoxicación por ingestión de antimonio se presentan cuando se deja algún alimento ácido en utensilios de cocina de mala calidad, sobre todo con esmalte “graneado”, durante un tiempo suficientemente largo para permitir que el antimonio se disuelva. Algunos parasiticidas también contienen este metal.

Los principales yacimientos de antimonio en nuestro país se localizan en el departamento de Huehuetenango.

La localización de la Galena y la Estibina en estado mineral de Guatemala, según las regiones más ricas son:

A. Huehuetenango

| | | |
|--------------------------|--------|----------|
| Chiantla | Galena | |
| Nentón | Galena | |
| San Idelfonso Ixtahuacán | Galena | Estibina |
| San Sebastián Coatán | Galena | |
| San Sebastián Huehue. | Galena | |

B. Alta Verapaz

| | |
|-------------------|--------|
| San Miguel Tucurú | Galena |
|-------------------|--------|

C. Baja Verapaz

Purulhà Galena

Cubulco Galena

D. Chiquimula

Concepción las minas Galena

E. Guatemala

San Juan Sacatepèquez Galena Estibina

Chinautla Estibina

F. Jutiapa

Jutiapa Galena

G. El Progreso

Sanarate Galena

1.2 PROVEEDORES DE PLOMO EN GUATEMALA

En nuestro medio existen varias compañías que se dedican a la comercialización del plomo, sobre todo en pequeñas empresas cuyo trabajo es el reciclaje de celdas de acumuladores, que de acuerdo a sus procesos de refinación o de refinamiento pueden obtener plomo de alta pureza.

A continuación se presenta una lista de los proveedores de plomo en Guatemala:

A. Huehuetenango

Es el departamento donde se localiza la mayoría de la minas de plomo en estado mineral, encontrando activa su explotación en las empresas siguientes:

- 1- Cooperativa “Torlon” Chiantla, proporciona un plomo con 96% de pureza.
- 2- Empresa “Bayardo” Huehuetenango, proporciona un plomo con 98% de pureza.
- 3- Empresa “Aviala” Huehuetenango, proporciona un plomo con 98% de pureza.

B. Chiquimula

- 1- Empresa “Tio Nayo” Chiquimula, proporciona un plomo con 98% de pureza. Aquí también se puede encontrar plomo-antimoniado con 98% de plomo y 1.2% de antimonio.

C. Guatemala

- 1- “Minas de Guatemala” Guatemala, proporciona un plomo con 98.5 ± 0.05 de pureza. La explotación de este material se efectúa en Huehuetenango.
- 2- “Acumuladores Algara” Guatemala, proporciona un plomo-antimoniado con 96% de plomo y 4% de antimonio.
- 3- “Acumuladores Iberia” Guatemala, proporciona un plomo-antimoniado con 96% de plomo y 4% de antimonio.

1.3 PROVEEDORES DE ANTIMONIO EN GUATEMALA

En Guatemala existen muy pocas empresas que se dedican a la explotación del antimonio metálico, en nuestro medio contamos con:

A. Guatemala

1- “Minas de Guatemala” Proporciona un antimonio con 96% \pm 1% de pureza.

B. Chiquimula

1- Empresa “Tio Nayo” Proporciona un antimonio con 98% de pureza.

1.4 PROPIEDADES DEL PLOMO Y ANTIMONIO

1.4.1 FISICAS

A. Densidad:

| | |
|-----------|---------------------------|
| Plomo | 11.40 gr/ cm ³ |
| Antimonio | 6.62 gr/ cm ³ |

B. Punto de fusión:

| | |
|-----------|------------------------|
| Plomo | 327 Grados Centígrados |
| Antimonio | 630 Grados Centígrados |

C. Peso

El peso del material depende de las dimensiones con que venga la materia prima (lingote);teniendo una medida de 17x8x4 mm según requerimientos:

| | |
|-----------|--------|
| Plomo | 6.2 Kg |
| Antimonio | 3.6 Kg |

D. Porcentaje Mínimo de Pureza:

La composición química de la materia prima requerida para la fabricación del hilo de plomo es:

| | | | |
|-----------------------------|-------|-----------|------|
| % de plomo de pureza..... | 99.9 | Impurezas | 0.1% |
| % de antimonio de pureza... | 99.8% | Impurezas | 0.2% |

Estas condiciones son fijadas para la obtención de una buena aleación de plomo y antimonio, para que el hilo de plomo producido tenga las especificaciones requeridas.

1.5 PROPIEDADES DEL HILO DE PLOMO (ALEACIÓN)

La aleación con antimonio produce un plomo duro y frágil. El plomo es resistente a la corrosión, expuesto al aire se recubre rápidamente de una capa de óxido; esta capa protege el metal cuando se encuentra expuesto al aire libre, evitando así cualquier alteración. Al plomo no le atacan ni el ácido sulfúrico ni el clorhídrico. En contacto con estos ácidos, se forman en la superficie sales de plomo insolubles que protegen al metal contra ataque ulterior. El ácido nítrico disuelve el plomo.

La aleación de plomo y antimonio, mediante un proceso en caliente, da como resultado la materia prima requerida para la elaboración de hilo de plomo.

1.5.1 FÍSICAS

Las especificaciones técnicas del hilo de plomo extruido de lingotes son las siguientes:

A. Composición Química:

| | |
|-----------|------------------|
| Plomo | $98.5 \pm 0.5\%$ |
| Antimonio | $1.5 \pm 0.5\%$ |

Impurezas:

Arsénico 0.1%

Otros elementos 0.2%

B. Densidad

A 15 grados centígrados 11.247 – 11.293 gr/cm³

C. Características Dimensionales:

Para considerar como hilo o alambre, el diámetro no debe ser mayor de 5mm.

Diámetro 4.54 ± 0.1 mm

1.5.2 MECÀNICAS

Para determinar el comportamiento del hilo de plomo, es necesario someterlo a condiciones de carga. Los experimentos, principalmente los ensayos a tensión, proporcionan la información básica acerca de este comportamiento. Por lo tanto se efectuará una prueba de tracción común para evaluar las propiedades mecánicas del plomo-antimoniado, en donde se encontrarán las siguientes propiedades del hilo de plomo:

A. Mòdulo de Elasticidad:

Constante, la cual establece una medida de su rigidez e indica la capacidad del material para resistir la deformación para cierta sección transversal, al ser cargado. Es la pendiente de la gráfica esfuerzo-deformación unitaria del inicio hasta el límite de proporcionalidad.

B. Resistencia a la Tracción:

Índice de calidad del material, es un indicador que expresa una buena forma de encontrar defectos, ya que si existen fallas o inclusiones nocivas, la muestra no alcanzará el mismo esfuerzo máximo. Es el máximo esfuerzo que resiste el material o sea el punto más alto de la gráfica esfuerzo-deformación unitaria.

C. Límite de Fluencia:

Es el valor más importante en diseño. Es el esfuerzo en el cual ocurre una deformación plástica del 0.02 por ciento. Esto quiere decir que dicho límite es donde ocurre una deformación permanente sin aumento de la tensión.

D. Mòdulo de Resiliencia:

Es la cantidad de energía que puede absorber una cantidad de volumen del material, en otras palabras la energía potencial del material. En la gráfica esfuerzo-deformación unitaria es el área bajo la curva hasta el límite elástico.

E. Alargamiento Porcentual:

Tambièn es un ìndice de calidad porque si hay inclusiones o porosidades, el alargamiento disminuye dràsticamewnte. Nos da a la vez un ìndice de tenacidad, al multiplicarlo por la resistencia a la tracciòn. Se obtiene de dividir la longitud final menos longitud inicial, entre longitud inicial, multiplicado por 100.

F. Resistencia de Rotura:

Es el esfuerzo en el cual se rompe el material. En la gràfica esfuerzo-deformaciòn unitaria es el punto final.

G. Reducciòn Porcentual del Area:

Es la reducciòn de la secciòn transversal despuès del ensayo. Se obtiene dividiendo el àrea inicial menos el àrea final entre el àrea inicial, multiplicado por 100.

ENSAYO DE TRACCION:

Diámetro inicial: 8.92mm Diámetro final: 2.40mm Fmàx: 340N

Longitud inicial: 150mm Longitud final: 463mm Frontura: 160N

$$\text{Àrea inicial} = \pi r^2 = \pi (4.46)^2 = 62.4913 \text{ mm}^2 \quad S=F/A$$

$$\text{Àrea final:} = \pi (1.20)^2 = 4.5239\text{mm}^2$$

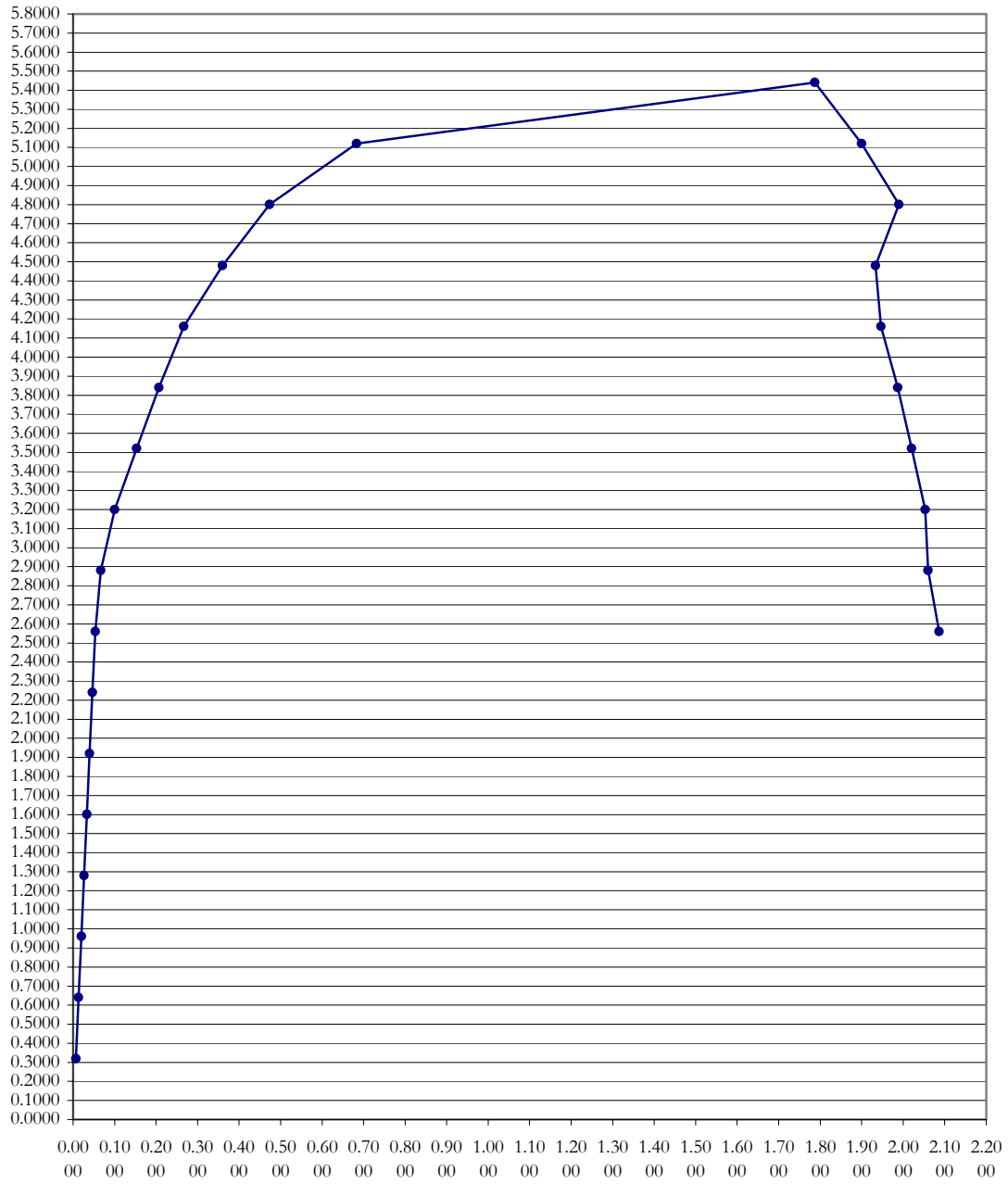
$$\text{Deformaciòn} = \frac{\text{Longitud Final} - \text{Longitud Inicial}}{\text{Longitud Inicial}}$$

VER TABLA I

TABLA
I **Calculo de la deformacion**

| Fuerza n | σ n/mm | Elongacion mm | E mm/mm |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| 20 | 0.3200 | 1 | 0.0067 |
| 40 | 0.6401 | 2 | 0.0133 |
| 60 | 0.9601 | 3 | 0.0200 |
| 80 | 1.2802 | 4 | 0.0267 |
| 100 | 1.6002 | 5 | 0.0333 |
| 120 | 1.9203 | 6 | 0.0400 |
| 140 | 2.2403 | 7 | 0.0467 |
| 160 | 2.5604 | 8 | 0.0533 |
| 180 | 2.8804 | 10 | 0.0667 |
| 200 | 3.2004 | 15 | 0.1000 |
| 220 | 3.5205 | 23 | 0.1533 |
| 240 | 3.8405 | 31 | 0.2067 |
| 260 | 4.1606 | 40 | 0.2667 |
| 280 | 4.4806 | 54 | 0.3600 |
| 300 | 4.8007 | 71 | 0.4733 |
| 320 | 5.1207 | 102.5 | 0.6833 |
| 340 | 5.4408 | 268 | 1.7867 |
| 320 | 5.1207 | 285 | 1.9000 |
| 300 | 4.8007 | 288 | 1.9900 |
| 280 | 4.4806 | 290 | 1.9333 |
| 260 | 4.1606 | 292 | 1.9467 |
| 240 | 3.8405 | 298 | 1.9867 |
| 220 | 3.5205 | 303 | 2.0200 |
| 200 | 3.2004 | 308 | 2.0533 |
| 180 | 3.8804 | 309 | 2.0600 |
| 160 | 2.5604 | 313 | 2.0867 |

**FIGURA I CURVA ESFUERZO DEFORMACION
UNITARIA DEL HILO DE PLOMO**



SEGUN LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA, TABLA II, SE OBTUVIERON LOS SIGUIENTES DATOS DEL HILO DE PLOMO :

Mòdulo de Elasticidad: (pendiente de la gràfica hasta el límite de proporcionalidad)

$$E = \frac{2.5604 - 0.3200}{0.0533 - 0.0067} = 48.0772 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia a la Tracci n:

$$St = 5.4408 \text{ N/mm}^2$$

Límite de Fluencia: (con el 2% de deformaci n elástica)

$$Sx = 2.7 \text{ N/mm}^2$$

M dulo de Resiliencia: ( rea de la gr fica hasta el límite elástico)

$$\frac{1}{2}(0.0667 \text{ mm/mm})(2.8804 \text{ N/mm}^2) = 0.091 \text{ N/mm}^2$$

Alargamiento Porcentual:

$$\frac{\text{LARGOf} - \text{LARGOi}}{\text{LARGO i}} = \frac{463 - 150}{150} * 100 = 208.6667\%$$

Resistencia de Rotura:

$$Sr = 2.5604 \text{ N/mm}^2$$

Reducci n Porcentual de Area:

$$\frac{A_i - A_f}{A_i} * 100 = \frac{62.4913 - 4.5239}{62.4913} * 100 = 92.7608\%$$

2. MAQUINARIA

2.1 HORNO DE FUNDICIÒN

2.1.1 PROPÒSITO DE LA OPERACIÒN

Esta operaciòn tiene por objeto fundir el material de plomo y antimonio en un crisol fundente a temperatura elevada, transformando la aleaciòn en una soluciòn líquida, para la formaciòn de los lingotes. El horno posee un regulador de temperatura automàtico, hace que se mantenga el control exacto de la temperatura. Esto quiere decir que el calentamiento se efectúa todo el tiempo hasta que se alcanza la temperatura deseada, entonces, el regulador desconecta la calefacciòn.

2.1.2 DATOS TÈCNICOS

A continuaciòn se dan a conocer los datos tècnicos del horno de fundiciòn:

Horno de fundiciòn de gas

Mezcla combustible,

Gas propano 80%; butano 20%

Plomo 97%; Antimonio 3%

Altura del horno 2250 mm.

Quemador tipo VTI-G-JET 100

Voltaje 220 V.

Frecuencia 60 Hz.

Consumo 0.5 Kw/h.

Capacidad de carga del crisol: 400kg. de aleaciòn.

2.1.3 FUNCIONAMIENTO

La mecánica de accionamiento del horno de fundición lleva el procedimiento siguiente:

- a. Abrir la válvula de gas que alimenta el quemador tipo VTI-G-JET 100
- b. Llenar el crisol del material a fundir (Pb y Sb)
- c. Accionar el interruptor principal Q1 para poner en marcha el horno de fundición
- d. Colocar el regulador térmico N3 a la temperatura necesaria (cerca de 420 a 450 °C)
- e. El tiempo de calentamiento y fusión del material dura aproximadamente 90 minutos.

2.1.4 OBSERVACIONES

Nunca deberá calentarse el horno sin material a fundir. Para el rellenado se usaràn dispositivos de protección para ojos (lentes, careta), y manos (guantes de asbesto). Después de cada rellenado de material a fundir, revisar el nivel del horno, una buena aleación, el tiempo de calentamiento del horno, la temperatura, la presión de gas (15 mbar), etc.

2.2 MÀQUINA DE COLADA MANUAL

2.2.1 PROPÒSITO DE LA OPERACIÒN

Esta operación tiene por objeto la elaboración del lingote de plomo, a base de un molde triple, un horno de soporte metálico, una cuchara de fundición y un enfriador que posee un depósito de agua.

2.2.2 DATOS TÉCNICOS

A continuación se dan a conocer los datos técnicos de la máquina de colada manual:

3 lingotes por colada

Dimensiones: diámetro:50mm; largo: arriba de 120 mm

Voltaje 220 V. 2Ph/PE

Frecuencia 60 Hz

Consumo 0.5 Kw/h

Gas propano 80%; Butano 20%

Presión máxima 500 mm WS

Entrada de agua, posición (65)

Bajada de agua, posición (66)

Conexión de gas, posición (67)

Presión de agua 5 bar

Consumo de agua 0.5 cm³ /hora.

2.2.3 FUNCIONAMIENTO

2.2.3.1 Puesta en marcha:

- a. Accionar el interruptor principal Q1.
- b. Accionar y colocar el termoregulador N3 a la temperatura de fundición 400 °C.

2.2.3.2 Encendido con Gas:

- a. Antes del encendido, abrir la llave principal de gas, posición (68) y cerrar la llave intermedia, posición (69).
- b. Recibe corriente el transformador de encendido, a través del accionamiento del botón de presión en la válvula conectora, posición (S3).
- c. Se abre la llave intermedia, posición (69) para que el gas pueda pasar a través de la válvula de gas, posición (Y3) hacia el mechero principal para el encendido (llama piloto).
- d. Cuando el metal contenido en el horno está ya caliente, se cierra la válvula de gas (Y3), por medio de la señal que envía el regulador térmico N3, volviéndose a abrir cuando necesita calor.

2.2.3.3 Fabricación del Lingote de Plomo:

- a. Accionar el husillo de la válvula con la planca Nr3
- b. Pasa por un tubo de salida Nr6 a la máquina de colada.
- c. Se deposita en la precámara de la máquina de colada manual hasta el nivel de llenado, manteniendo controlada la temperatura de fusión con el sensor B3.
- d. La cuchara de fundición (palanca de mano 60), se acciona hacia la izquierda para llenar los tres moldes que tiene la máquina de colada manual.
- e. Al mismo tiempo accionar la palanca de mano 62 hacia la derecha, para dar paso al depósito con agua, que enfría los tres moldes lingoteros.
- f. Con la palanca de mano 64 se gradúa la velocidad del depósito de agua.

- g. A continuación, con la palanca de mano 62, girar hacia la izquierda para bajar el depósito de agua, para dejar libre los tres moldes lingoteros.
- h. Luego se gira la palanca de mano 61 hacia la izquierda; saliendo los tres lingotes fundidos, ordenándose en la parrilla de la misma máquina.

2.2.4 OBSERVACIONES

Se debe efectuar un mantenimiento periódico, para que no sufra ninguna discrepancia el material elaborado o que se tengan problemas mecánicos.

Los moldes lingoteros tienen que ser bien llenados para que se obtenga la longitud correcta de los lingotes; si la longitud de los lingotes no es igual se pueden ajustar las formas de las cucharas, martillándolas arriba o abajo para alcanzar el llenado igual de cada molde. En el llenado del depósito de la máquina de colada manual, existe una maraca colocada en la precámara que indica el alcance del nivel del metal líquido.

2.3 CIZALLA LINGOTERA

2.3.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN

Esta operación tiene por objeto el corte de las puntas del lingote de plomo-antimoniado; un cilindro pequeño introduce el lingote, mientras que otros dos cilindros pesados presionan a ambos lados, moviéndose hacia abajo las hojas de corte, dejándolo a una medida exacta de 120mm; esta operación se realiza inmediatamente después de la fabricación del lingote. Tiene dos bandas de transportación por gravedad, una de alimentación y otra de salida del lingote para la extrusora.

2.3.2 DATOS TÉCNICOS

A continuación se dan a conocer los datos técnicos de la cizalla lingotera:

Potencia del motor 4 Kw. de 1450 r.p.m.

Voltaje motor trifásico 220 V.

Control de tensión 24 V. D. C.

Frecuencia 60 Hz.

Fusibles de 3X25 Amp.

Diámetro de la cizalla 50 mm.

Largo de la cizalla 120 mm.

2.3.3 FUNCIONAMIENTO

2.3.3.1 Puesta en marcha:

- a. Accionar interruptor principal S3 (enciende pulsador luminoso 2S2/2H2).
- b. Se acciona el pulsador luminoso 1S2/1H2 para conectar el motor hidráulico.

2.3.3.2 Operación Automática:

- a. Colocar los lingotes en la banda de la cizalla lingotera en orden y con el rechupe en dirección a la derecha.
- b. Verificar que los pulsadores S1 y S3 estén levantados.
- c. Se opera el conmutador selector (S5) en la posición de automático.
- d. Los lingotes van pasando a la cizalla impulsados por un pistón hidráulico, luego se desplaza por gravedad a la prensa extrusora.

2.3.3.3 Operación Manual:

- a. Igual que los pasos a. y b. del procedimiento automático.
- b. Se opera el conmutador selector (S5) en la posición manual.
- c. Se acciona el pulsador luminoso S10/H10 (introduce el lingote por medio de un pistón hidráulico).
- d. Se acciona el pulsador luminoso S11/H11 (regresa el pistón hidráulico).
- e. Se acciona el pulsador luminoso S20/H20 (dos cilindros presionan el lingote).
- f. Se acciona el pulsador luminoso S30/H30 (corte de las puntas del lingote).
- g. Se acciona el pulsador luminoso S31/H31 (levanta las cuchillas).
- h. Se acciona el pulsador luminoso S21/H21 (levanta los dos cilindros que presionan el lingote).
- i. Se acciona el pulsador luminoso S10/H10 (saca e introduce un nuevo lingote).

2.3.4 OBSERVACIONES

En caso de que se observe una falla debe accionarse pulsador SETA (forma de hongo) (S3) que puede parar la máquina en cada posición de salida. Se debe utilizar siempre un aceite hidráulico de buena calidad. Cambiar los filtros de papel después de usar la máquina por primera vez entre 50 – 500 horas, después cada 1000 horas. El aceite hidráulico se cambiará después de poner en marcha la máquina de 300 - 500 horas, luego aproximadamente cada 2000 horas.

2.4 PRENSA DE EXTRUSIÒN

2.4.1 PROPÒSITO DE LA OPERACIÒN

Esta operaciòn tiene por objeto la fabricaciòn del hilo de plomo por medio de un proceso de extrusiòn en caliente, dicha máquina desarrolla hasta 100 toneladas de fuerza; es una presa horizontal hidráulica de dos columnas completamente automática con mandos electro-hidráulicos.

2.4.2 DATOS TCNICOS

A continuaciòn se dan a conocer los datos tcnicos de la extrusora de 100 toneladas:

Fuerza de presiòn en el avance de trabajo 100 Tn.

Fuerza de retroceso 8 Tn.

Presiòn máxima de la bomba hidráulica 320 BAR.

Tamaño del lingote a presionar 50 X 120 mm.

Potencia de accionamiento 7.5 Kw.

Calefacciòn 4 Kw.

Conexiòn general 12 Kw.

Voltaje motor trifásico 220 V.

Mandos 220 V. AC/24 V DC.

Frecuencia 60 Hz.

Rendimiento de la bomba 60 Hz=2 X 6.96 L/Min.

Regulador de temperatura para la calefacciòn 0-200C.(N4).

2.4.3 FUNCIONAMIENTO

2.4.3.1 Puesta en marcha:

- a. Accionar el interruptor principal Q1 (pulsar el 1S5 y S1).
- b. Colocar el regulador térmico N4 a la temperatura de 100°C; poniéndolo a funcionar.
- c. Esperar de 45 a 60 minutos para que llegue a la temperatura indicada en el inciso “b”.
- d. Colocar en orden los lingotes sobre la banda.
- e. Lubricar los lingotes con una pequeña película de grasa especial.

2.4.3.2 Operación Automática:

- a. Sacar los pulsadores 1S5 y S1 (enciende pulsador luminoso 12S2/12H2).
- b. Accionar el pulsador luminoso 11S2/11H2 para conectar motor hidráulico.
- c. Poner conmutador selector 2S5 en I.
- d. Poner conmutador selector 30S2 en bomba I ó II.
- e. Girar el conmutador selector S9 en la posición automático.

(Ver Anexo Capítulo 2; No. 4)

2.4.3.3 Operación Manual:

- a. Igual que incisos a. y b. de operación automática.
- b. Poner conmutador selector 2S5 en 0.
- c. Poner conmutador selector 30S2 en bomba I ó II.
- d. El conmutador selector S9 se gira en la posición “Hand” manual.
- e. Oprimir el interruptor luminoso S10/H10, de inmediato realiza un empuje de la pieza prensada con alta velocidad al recipiente por medio del pistón.
- f. Se presiona el interruptor de aproximación S110 se para la prensa (el proceso de prensado está terminado).
- g. Presionar el interruptor luminoso S11/H11 para regresar el cilindro de prensado.
- h. La lámpara del interruptor luminoso S11/H11 enciende hasta que ha alcanzado el final de su carrera.
- i. Para continuar con el proceso de extrusión de hilo de plomo se repite desde el inciso “e”.

2.4.4 OBSERVACIONES

Debe realizarse un mantenimiento periódico, para evitar cualquier desperfecto mecánico o hidráulico de la prensa, que pueda interrumpir el proceso. El material (hilo de plomo) es enfriado por un sistema de agua a la salida de la extrusora. El sistema manual solamente sirve para hacer pruebas en la prensa y en caso de que al terminar la fabricación de un día de trabajo el pistón se queda a media carrera, servirá para terminar dicha carrera.

2.5 BOBINA AUTOMÁTICA

2.5.1 PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN

Esta operación tiene por objeto el enrollado del hilo de plomo en bobinas de madera de diámetro de 300 mm, teniendo una velocidad la máquina de 0.8 metros/segundo; va conectada a la extrusora de donde le manda señales de parada y arranque según va procesando el hilo de plomo antimoniado.

2.5.2 DATOS TÉCNICOS

A continuación se dan conocer los datos técnicos de la bobina automática:

Consta de cuatro ruedas que permiten moverla, para cambiar de posición.

Diámetro exterior de la bobina 300 mm.

Diámetro interior de la bobina 211 mm.

Ancho exterior de la bobina 103 mm.

Ancho interior de la bobina 91 mm.

Diámetro del agujero para el eje 52 mm.

Diámetro del hilo de plomo 4.54 mm.

Velocidad máxima de embobinado 0.8 m/seg.

Voltaje de conexión 220 V.

Frecuencia 60 Hz.

Voltaje del motor 380 V. 3 Ph n/PE.

Potencia de accionamiento 1.5 Kw.

Control del voltaje 220 V.

Recomendación de fusibles 3 X 20 Amp.

2.5.3 FUNCIONAMIENTO

2.5.3.1 Puesta en Marcha:

- a. Conectar interruptor principal Q1 (enciende el pulsador luminoso 42S2/42H2/42T2).
- b. Conectar el pulsador luminoso para el motor 41S2/41H2/41T2.

2.5.3.2 Operación Automática:

- a. Pasar el hilo de plomo por las poleas.
- b. Colocar la bobina de madera en el eje de la bobina automática, poniendo un dispositivo de seguridad para fijar el carrete o bobina.
- c. Encastrar el carrete en el pasador con un agujero, para que éste pueda ser arrastrado.
- d. Tomar la punta del hilo de plomo, introducirla dentro de un agujero que posee la bobina en su periferia.
- e. Se gira manualmente para que se fije la bobina de madera, con el pulsador luminoso 3S10/3H10/3T10.
- f. Colocar el contador P15 en cero.
- g. Girar el conmutador selector S100 a II. (la bobina se va llenando de hilo de plomo hasta llegar a los metros que indique el contador P15).
- h. Cuando la bobina está completa se desmonta y se pone una nueva, repitiendo el proceso desde el inciso “b”.

2.5.4 OBSERVACIONES

Cuando la bobina ya está completamente cargada se para automáticamente la máquina embobinadora. El número de metros que se le ponen al contador P15 depende de la capacidad y tamaño de la bobina que esté dispuesta a recibir; con una bobina de madera como la descrita en los datos técnicos, la capacidad de enrollar es 350 metros de hilo de plomo. (diámetro del hilo 4.54 mm).

3. PLANIFICACIÒN Y CONTROL EN LA PLEMENTACIÒN DE LA PLANTA DE HILO DE PLOMO

3.1 TEORÌA

3.1.1 PLANIFICACIÒN

Consiste en decidir por anticipado què es lo que hay que hacer, Es el proceso de seleccionar entre varias alternativas, el mètodo y secuencia en que se puede materializar. La definiciòn y entendimiento de los objetivos hace posible la planificaciòn de la acciòn necesaria paracomplir con estos. El mètodo de planificaciòn màs utilizado es el diagrama de Gantt o diagrama de Barras. Este mètodo tiene la gran ventaja de su simplicidad y fàcil elaboraciòn. Entre sus ventajas màs importantes tenemos: permite comparar el estado actual del programa, con el propuesto; se se puede identificar el tiempo de algùn retaso e el efecto que ello ocasiona.

3.1.2 PROGRAMACIÒN

Es la asignaciòn de los tiempos de ejecuciòn a las actividades que forman un proyecto. En general, es la enmarcaciòn del proyecto dentro del tiempo.

3.2 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL EN LA IMPLEMENTACION DE LA PLANTA DE HILO DE PLOMO

El CPM es un método eficaz para la planificación, programación y control de toda clase de proyectos y en particular para la implementación de este; para que sea efectivo y sirva bien su propósito, sus componentes básicos deben estar bien definidos y ordenados dentro de una secuencia lógica, como se efectuó en el presente trabajo.

3.2.1 LISTADO Y CALCULO DE LA DURACION DE LAS TAREAS

Para realizar el proyecto fue necesario ejecutar en cierto orden una cantidad de trabajos que reciben el nombre de tareas o actividades y asignarle el tiempo de duración que lleva cada una. A continuación el listado y duración de las tareas:

| DESCRIPCIÓN | DÍAS |
|--|-------------|
| Planificación del proyecto | 1 |
| Desalojar bodega o acomodar el local para la instalación | 5 |
| Elaboración del manual de fabricación del hilo de plomo | 6 |
| Adquisición de la materia prima, para efectuar ensayos | 20 |
| Selección y contratación del personal | 5 |
| Elaborar planos de la distribución de la maquinaria | 4 |

| | |
|--|----|
| Gestionar instalación del gas propano-butano | 3 |
| Arreglo de la bobinas en existencia para acomodarlas al sistema adquirido | 20 |
| Marcar la posición de la maquinaria en el local designado | 1 |
| Elaborar planos de instalación de utilidades | 4 |
| Elaborar planos de drenaje | 2 |
| Elaboración de diagramas de proceso | 2 |
| Recepción materia prima | 4 |
| Adiestramiento del personal | 14 |
| Construcción del drenaje para aguas de enfriamiento | 4 |
| Instalación de utilidades del edificio | 10 |
| Traslado de maquinaria del puerto a la fábrica | 5 |
| Medición, diseño y dibujo de utilidades | 2 |
| Ubicación de la maquinaria | 2 |
| Elaboración del plan de producción | 5 |
| Establecer los controles del proceso | 5 |
| Implantación | 2 |
| Almacenaje de repuestos | 1 |
| Anclaje | 1 |
| Nivelación | 1 |
| Recibir al técnico de la Cía. proveedora de la maquinaria | 1 |
| Conexión de las utilidades de la maquinaria | 1 |
| Pruebas de funcionamiento | 1 |
| Pruebas de producción | 1 |

3.2.2 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA

La estructura básica del CPM consiste en el diagrama o red de flechas que representa gràfica, lògica y secuencialmente el desarrollo de las actividades o tareas que componen el proyecto. (Ver gràfica 1)

3.2.3 NUMERACIÓN DE EVENTOS

Los eventos deben numerarse en secuencia lògica de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Cada evento tiene un número diferente a los otros; la numeración puede iniciarse con cualquier número siempre que los restantes sean consecutivos al iniciar: (Ver gràfica 1)

3.2.4 DETERMINACIÓN T temprana Y T¹

El tiempo de terminación más temprana es el tiempo más temprano posible en que pueden terminarse todas las actividades que llegan a un evento determinado. El tiempo de terminación más tardía (T¹) es la fecha extrema o última fecha aceptable en que un evento puede ser realizado sin atrasar el proyecto.(Ver gràfica 1)

3.2.5 CAMINO CRÍTICO

Es la ruta más larga del diagrama en términos de tiempo; es la cadena de actividades cuya realización consume más tiempo. A las actividades de este camino se le llama actividades críticas y el retraso de cualquiera de ellas provoca el retraso equivalente de todo el proyecto. (Ver gràfica 1)

3.2.6 HOLGURAS

Las actividades que no son del camino crítico cuentan con mayor tiempo para su terminación. Las actividades no críticas “flotan” dentro del tiempo que se dispone para su terminación. A estos tiempos se les conoce como holguras o tiempos flotantes, ver Tabla II.

TABLA II HOLGURAS

| FLECHA | L | E | E | L | | | | | |
|---------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| i - j | Tj | Tj | Ti | Ti | d | H.T | H.L | H.L | H.D |
| 1 - 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 - 7 | 29 | 7 | 1 | 1 | 6 | 22 | 0 | 0 | 22 |
| 2 - 12 | 31 | 21 | 1 | 1 | 20 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| 2 - 9 | 12 | 6 | 1 | 1 | 5 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 2 - 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 - 6 | 6 | 6 | 0 | 2 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 4 - 11 | 11 | 11 | 0 | 8 | 3 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 5 - 17 | 28 | 28 | 0 | 8 | 20 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 6 - 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 - 13 | 31 | 9 | 7 | 29 | 2 | 22 | 0 | 0 | 22 |
| 8 - 10 | 17 | 9 | 7 | 7 | 2 | 8 | 0 | 0 | 8 |
| 8 - 11 | 11 | 11 | 7 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 - 15 | 26 | 26 | 6 | 12 | 14 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 10 - 14 | 21 | 21 | 9 | 17 | 4 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 11 - 14 | 21 | 21 | 11 | 11 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 - 25 | 35 | 35 | 21 | 31 | 4 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 13 - 26 | 36 | 36 | 9 | 31 | 5 | 22 | 22 | 0 | 0 |
| 14 - 15 | 26 | 26 | 21 | 21 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 - 16 | 30 | 28 | 26 | 26 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 15 - 17 | 28 | 28 | 26 | 26 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 - 20 | 35 | 33 | 28 | 30 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 - 18 | 36 | 29 | 28 | 28 | 1 | 7 | 0 | 0 | 7 |
| 17 - 19 | 30 | 30 | 28 | 28 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 - 21 | 31 | 31 | 30 | 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 - 22 | 32 | 32 | 31 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 - 23 | 33 | 33 | 32 | 32 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 - 24 | 34 | 34 | 33 | 33 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 - 25 | 35 | 35 | 34 | 34 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 - 26 | 36 | 36 | 35 | 35 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4. INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL PROCESO DEL HILO DE PLOMO

4.1.1 EQUIPO

El equipo necesario para llevar a cabo el estudio de tiempos en la planta de hilo de plomo es:

Un cronómetro electrónico con memoria.

Un tablero de estudio de tiempos.

Formas para estudio de tiempos.

Regla de cálculo.

Podrá notarse que el equipo necesario para el estudio de tiempos o medición de trabajo, no es tan elaborado ni tan costoso. En general, la habilidad y la personalidad del analista de tiempos representan el criterio de éxito, más que el equipo empleado.

4.1.2 REGISTRO DE LA INFORMACION IMPORTANTE

Es el registro de la información referente a la operación que se realiza, la máquina, el departamento, el operador que efectúa la actividad, las condiciones de trabajo, la materia prima utilizada, las herramientas especiales, el nombre del analista de tiempos, etc. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia, pero la experiencia demostrará que, cuanto más información se obtenga, tanto más útil resultará el estudio en los años posteriores.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándar, mejorar métodos, evaluación de operarios, evaluación de herramientas y rendimiento de la maquinaria. (Ver Anexo Capítulo 4, No. 1)

4.1.3 DIVISION DE LA OPERACION EN ELEMENTOS

Para facilitar la medición de la operación, ésta se divide en grupos de Therbligs conocidos como “elementos”. Para que la operación sea dividida en sus elementos individuales, el observador debe inspeccionar atentamente al operario, durante algunos ciclos. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deberán determinarse antes de comenzar el estudio. (Ver Anexo Capítulo 4, No. 1)

4.1.4 NUMERO DE CICLOS A OBSERVAR

Es el número de veces que se va a medir la operación en el estudio de tiempos. No puede uno apoyarse, por completo, en la práctica estadística que pide una muestra de cierto tamaño, basada en la dispersión de las lecturas de los elementos individuales, ya que la actividad del trabajo, como el tiempo del ciclo, tiene influencia directa, desde el punto de vista económico, sobre el número de ciclos que pueden estudiarse. El número de ciclos que se van a observar en nuestro estudio es el siguiente:

| Operación | Número de ciclos |
|---------------------------------|------------------|
| Fundición del plomo y antimonio | 3 |
| Lingotes de plomo y antimonio | 15 |
| Corte del lingote | 15 |

| | |
|------------------------------|----|
| Extrusión del lingote | 15 |
| Embobinado del hilo de plomo | 10 |

4.1.5 TOMA DE TIEMPO

Para anotar el tiempo durante el estudio se seguirá el método continuo, como su nombre lo indica deja correr el cronómetro mientras dura el estudio.

4.1.6 CALIFICACION DE LA ACTUACIÓN

La calificación de la actuación es la técnica para determinar, equitativamente, el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea después de haber observado y anotado los valores de la operación que se estudia. Las distintas operaciones para la fabricación del hilo de plomo llevarán la siguiente calificación de la actuación.

| Operación | Calificación |
|---------------------------------|--------------|
| Fundición del plomo y antimonio | 90% |
| Fábrica del lingote | 105% |
| Corte del lingote | 100% |
| Extrusión del lingote | 100% |
| Embobinado del hilo de plomo | 100% |

4.1.7 TOLERANCIAS

Después de calcular el tiempo normal, llamado algunas veces el tiempo “Calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero estándar.

Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga del trabajo. Hay tres clases de interrupciones: Interrupciones personales, la fatiga y retrasos inevitables. Con lo que respecta a nuestro estudio tendremos una tolerancia del 15%, que es lo recomendable para la industria de metales.

4.1.8 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTANDAR

Una vez que el analista ha anotado, en forma correcta el estudio de tiempos, toda la información necesaria que ha observado en un número adecuado de ciclos, y que ha calificado con propiedad la actuación del operador, debe continuar con la siguiente etapa, la cual es el cálculo del estudio:

Tiempo promedio= Es el promedio general de la duración de la operación.

Tiempo normal= Tiempo promedio x Calificación de la actuación

Tiempo estándar= Tiempo normal + (tiempo normal x tolerancia)

4.1.9 RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio de tiempos de la planta de hilo de plomo son:

| Operación | Tiempo estándar |
|---------------------------------|------------------------------|
| Fundición del plomo y antimonio | Ver tabla IV estudio No. 1 |
| Fabricación del lingote | Ver tabla V estudio No. 2 |
| Corte del lingote | Ver tabla VI estudio No. 3 |
| Extrusión del lingote | Ver tabla VII estudio No. 4 |
| Embobinado del hilo de plomo | Ver tabla VIII estudio No. 5 |

A continuación se presentan los estudios de tiempos:

TABLA III ESTUDIO DE TIEMPOS No. 1

| REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|-------|-----------------|-------|-----------|---|---------------|---|---------|---|------------|----|---|----|----------------|----|-----------|--|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | ESTUDIO No. <u>0-1</u> FECHA _____ | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERACION <u>FUNDICION PLOMO-ANTIMONIO</u> | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MAQUINA <u>HORNO</u> DEPTO <u>PRODUCCION</u> | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERADOR <u>JOSE LUIS MORALES BURMESTER</u> | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CONDICIONES <u>NORMALES</u> | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MATERIAL <u>PLOMO Y ANTIMONIO</u> | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | HERRAMIENTAS ESPECIALES _____ - _____ - _____ | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | | | |
| ESTUDIO COMENZO | | 8:17 a.m. p.m. | | ESTUDIO TERMINO | | 12:47p.m. | | TIEMPO GLOBAL | | 270 MIN | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROMEDIO | | |
| 1 | LLENAR EL HORNO DE PLOMO | I | 2.25 | 2.42 | 2.17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 2.25 | 2.42 | 2.17 | | | | | | | | | | | | | | | 2.28 |
| 2 | ENCENCER EL HORNO DE FUNDICION | I | 1.27 | 1.33 | 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 3.52 | 3.75 | 3.42 | | | | | | | | | | | | | | | 1.28 |
| 3 | CALIENTAMIENTO 520 grados centigrados Y FUNDICION DEL MATERIAL.(terminar de llenar el horno) | I | 51.11 | 51.25 | 51.08 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 54.63 | 55.00 | 54.50 | | | | | | | | | | | | | | | 51.15 |
| 4 | INTRODUCIR EL ANTIMONIO | I | 2.38 | 2.98 | 2.75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 57.01 | 57.98 | 57.25 | | | | | | | | | | | | | | | 2.70 |
| 5 | MEZCLARLO | I | 7.72 | 7.12 | 7.67 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 64.73 | 65.10 | 64.92 | | | | | | | | | | | | | | | 7.50 |
| 6 | SACAR ESCORTA | I | 3.24 | 3.57 | 3.25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 67.97 | 68.67 | 68.17 | | | | | | | | | | | | | | | 3.35 |
| 7 | SACAR PRUEBA PARA MEDIR % DE PLOMO Y ANTIMONIO | I | 6.73 | 6.91 | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | 74.70 | 75.58 | 74.17 | | | | | | | | | | | | | | | 6.55 |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | 74.81' |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | 74.81' | | CALIFICACION | | 9 0 | | TIEMPO NORMAL | | 67.329 | | TOLERANCIA | | 15% | | TIEMPO STANDAR | | 77.43 MIN | | |

OBSERVACIONES: EL TIEMPO X DE DURACION DE LAS ACTIVIDADES DE ESTA OPERACION ESTA EN MINUTOS.
LA LETRA I QUIERE DECIR INDIVIDUAL Y LA C DE CORRIDO.

TABLA IV ESTUDIO DE TIEMPOS No.2

| REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|------|---------------|------|------|------|------------|------|------|------|----------------|------|--|------|------|------|----------|
| | | | | | | | | | | | | | | ESTUDIO No. <u>0-2</u> FECHA _____ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERACION <u>FABRICACION DE LINGOTES DE PB</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MAQUINA <u>COLADA MANUAL</u> DEPTO <u>PRODUCCION</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERADOR <u>JOSE LUIS MORALES BURMESTER</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CONDICIONES <u>NORMALES</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MATERIAL <u>PLOMO Y ANTIMONIO</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | HERRAMIENTAS ESPECIALES _____ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | |
| ESTUDIO a.m. | | ESTUDIO | | TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENZO 2:00 p.m. | | TERMINO 3:10p.m. | | GLOBAL 70 MIN | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROMEDIO |
| 1 | MEZCLAR EL MATERIAL FUNDIDO EN EL HORNO | I | 0.25 | 0.38 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.30 | 0.26 | 0.35 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.38 | 0.37 | 0.29 | 0.36 | |
| | | C | 0.25 | 0.38 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.30 | 0.26 | 0.35 | 0.38 | 0.36 | 0.35 | 0.38 | 0.37 | 0.29 | 0.36 | 0.32 |
| 2 | ABRIR VALVULA PARA LLENAR LA MAQUINA DE COLADA MANUAL CON EL MATERIAL FUNDIDO EN EL HORNO | I | 1.70 | 0.63 | 0.66 | 0.70 | 0.60 | 0.66 | 0.62 | 0.64 | 0.63 | 0.70 | 0.72 | 0.63 | 0.72 | 0.65 | 0.66 | |
| | | C | 1.95 | 1.01 | 0.96 | 0.98 | 0.86 | 0.96 | 0.88 | 0.99 | 1.01 | 1.06 | 1.07 | 1.01 | 1.09 | 0.94 | 1.02 | 0.73 |
| 3 | CERRAR VALVULA | I | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | |
| | | C | 1.98 | 1.06 | 1.00 | 1.01 | 0.90 | 1.01 | 0.91 | 1.04 | 1.05 | 1.11 | 1.12 | 1.05 | 1.14 | 0.98 | 1.07 | 0.04 |
| 4 | LLENAR MOLDES LINGOTEROS Y ACCIONAR ENFRIAMIENTO DE AGUA | I | 0.45 | 0.42 | 0.50 | 0.40 | 0.39 | 0.45 | 0.42 | 0.43 | 0.42 | 0.45 | 0.47 | 0.42 | 0.45 | 0.43 | 0.42 | |
| | | C | 2.43 | 1.48 | 1.50 | 1.41 | 1.29 | 1.46 | 1.30 | 1.47 | 1.47 | 1.56 | 1.59 | 1.47 | 1.59 | 1.37 | 1.49 | 0.43 |
| 5 | SOLIDIFICACION DEL MATERIAL | I | 0.32 | 0.39 | 0.35 | 0.36 | 0.32 | 0.32 | 0.39 | 0.37 | 0.40 | 0.39 | 0.41 | 0.35 | 0.39 | 0.41 | 0.35 | |
| | | C | 2.75 | 1.87 | 1.85 | 1.77 | 1.61 | 1.78 | 1.69 | 1.84 | 1.87 | 1.95 | 2.00 | 1.82 | 1.98 | 1.78 | 1.84 | 0.37 |
| 6 | BAJAR ENFRIAMIENTO DE AGUA | I | 0.08 | 0.13 | 0.10 | 0.15 | 0.08 | 0.14 | 0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | |
| | | C | 2.83 | 2.00 | 1.95 | 1.92 | 1.69 | 1.92 | 1.79 | 1.96 | 2.00 | 2.06 | 2.13 | 1.95 | 2.11 | 1.91 | 1.96 | 0.12 |
| 7 | VACIAR MOLDES LINGOTEROS | I | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.38 | 0.35 | 0.37 | 0.25 | 0.23 | 0.26 | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.25 | |
| | | C | 3.03 | 2.25 | 2.25 | 2.30 | 2.04 | 2.29 | 2.04 | 2.19 | 2.26 | 2.31 | 2.33 | 2.15 | 2.34 | 2.16 | 2.21 | 0.26 |
| 7 | ORDENAR LOS LINGOTES EN LA PARRILA | I | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.15 | 0.16 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | |
| | | C | 3.12 | 2.36 | 2.35 | 2.45 | 2.20 | 2.42 | 2.15 | 2.28 | 2.38 | 2.42 | 2.42 | 2.25 | 2.45 | 2.28 | 2.32 | 0.11 |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | 2.38 |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | CALIFICACION | | TIEMPO NORMAL | | | | TOLERANCIA | | | | TIEMPO STANDAR | | | | | | |
| 2.38 | | 105 | | 2.50 | | | | 15% | | | | 2.88 MIN | | | | | | |

OBSERVACIONES: IDEM DE LOS TIEMPOS QUE DURAN LAS ACTIVIDADES DE ESTA OPERACION ESTA EN MINUTOS.
I= TIEMPO INDIVIDUAL; C= TIEMPO DE CORRIDO.

TABLA V ESTUDIO DE TIEMPOS No.3

| REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|------|---------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|----------------|---|------|------|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | ESTUDIO No. <u>0-3</u> FECHA _____ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | OPERACION <u>CORTE DEL LINGOTE DE PB</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | MAQUINA <u>CIZALLA LINGOTERA DEPTO PRODUCCION</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | OPERADOR <u>JORGE MARIO AGUIRRE LUTHER</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | CONDICIONES <u>NORMALES</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | MATERIAL <u>PLOMO Y ANTIMONIO</u> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | HERRAMIENTAS ESPECIALES _____ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | |
| ESTUDIO a.m. | | ESTUDIO | | TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENZO 3:30 p.m. | | TERMINO 3:50p.m. | | GLOBAL 20 MIN | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROM | |
| 1 | COLOCACION Y CAIDA DEL LINGOTE DE PLOMO POR LA BANDA DE TRANSPORTACION | I | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | | |
| | | C | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | |
| 2 | EMPUJAR EL LINGOTE DE PLOMO HACIA EL CILINDRO Y REGRESO DEL PISTON | I | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | | |
| | | C | 0.13 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | | |
| 3 | APRETAR EL CILINDRO Y CORTE DEL LINGOTE DE PLOMO (BAJA Y SUBEN CUCHILLAS) | I | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | | |
| | | C | 0.25 | 0.21 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | | |
| 4 | TRANSPORTAR EL LINGOTE DE PLOMO HACIA EL EXTREMO DE LA MAQUINA | I | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | | |
| | | C | 0.38 | 0.32 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.38 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.38 | 0.35 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.38 | | |
| 5 | DEJAR CAER EL LINGOTE DE PLOMO A LA BANDA DE TRANSPORTACION HACIA LA EXTRUSORA | I | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | | |
| | | C | 0.40 | 0.33 | 0.37 | 0.38 | 0.40 | 0.40 | 0.38 | 0.38 | 0.40 | 0.40 | 0.37 | 0.38 | 0.37 | 0.40 | 0.40 | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | CALIFICACION | | TIEMPO NORMAL | | | | | TOLERANCIA | | | | | TIEMPO STANDAR | | | | | |
| 0.39 | | 100 | | 0.39 | | | | | 15% | | | | | 0.45 MIN | | | | | |

OBSERVACIONES: IDEM DE LOS TIEMPOS QUE DURAN LAS ACTIVIDADES DE ESTA OPERACION ESTA EN MINUTOS.
I= TIEMPO INDIVIDUAL; C= TIEMPO DE CORRIDO.

TABLA VI ESTUDIO DE TIEMPOS No. 4

REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

| ESTUDIO No. <u>0-4</u> FECHA _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------|------|---------------|------|------|------|------------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|----------|
| OPERACION <u>EXTRUSION</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAQUINA <u>PRENSA EXTRUSORA DEPTO PRODUCCION</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERADOR <u>JORGE MARIO AGUIRRE LUTHER</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES <u>NORMALES</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL <u>PLOMO Y ANTIMONIO</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS ESPECIALES <u>- - -</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO a.m. | | ESTUDIO | | TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENZO 1:00 p.m. | | TERMINO 1:30p.m. | | GLOBAL 30 MIN | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROMEDIO |
| 1 | DEJAR CAER EL LINGOTE DE PLOMO EN LA BANDA DE TRANSPORTACION Y ENGRASE DEL MISMO | I | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| | C | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | |
| 2 | EMPUJAR EL LINGOTE DE PLOMO POR MEDIO DEL PISTON HIDRAULICO | I | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.09 |
| | C | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | |
| 3 | EXTRUSION DEL LINGOTE DE PLOMO POR MEDIO DEL PISTON HIDRAULICO | I | 0.51 | 0.49 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.51 | 0.51 | 0.49 | 0.50 | 0.50 | 0.51 | 0.50 |
| | C | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | |
| 4 | REGRESO DEL PISTON HIDRAULICO | I | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| | C | 0.72 | 0.73 | 0.72 | 0.72 | 0.70 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | 0.72 |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | CALIFICACION | | TIEMPO NORMAL | | | | TOLERANCIA | | | | TIEMPO STANDAR | | | | | | |
| 0.72 | | 100 | | 0.72 | | | | 15% | | | | 0.83 MIN | | | | | | |

OBSERVACIONES: IDEM DE LOS TIEMPOS QUE DURAN LAS ACTIVIDADES DE ESTA OPERACION ESTA EN MINUTO
I= TIEMPO INDIVIDUAL; C= TIEMPO DE CORRIDO.

TABLA VII ESTUDIO DE TIEMPOS No. 5

| REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|-------|----------------|------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|----------------|----|---|----|----|----|----------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | ESTUDIO No. <u>0-5</u> FECHA _____ | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERACION <u>EMBOBINADO DEL HILO DE PLOMO</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MAQUINA <u>BOBINA AUTOMATICA DEPTO PRODUCCION</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | OPERADOR <u>BYRON MILIAN</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CONDICIONES <u>NORMALES</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MATERIAL <u>PLOMO Y ANTIMONIO</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | HERRAMIENTAS ESPECIALES <u>- - -</u> | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | | |
| ESTUDIO a.m. | | ESTUDIO | | TIEMPO | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENZO 1:45 p.m. | | TERMINO 4:00p.m. | | GLOBAL 135 MIN | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROMEDIO | |
| 1 | MONTAR BOBINA DE MADERA EN LA MAQUINA | I | 0.32 | 0.35 | 0.25 | 0.30 | 0.32 | 0.35 | 0.26 | 0.32 | 0.30 | 0.25 | | | | | | | |
| | | C | 0.32 | 0.35 | 0.25 | 0.30 | 0.32 | 0.35 | 0.26 | 0.32 | 0.30 | 0.25 | | | | | | | |
| 2 | ENEBRAR EL HILO DE PLOMO EN LA BOBINA DE MADERA Y PONER EL CONTADOR EN 350m. | I | 0.51 | 0.20 | 0.23 | 0.23 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.23 | 0.23 | | | | | | | |
| | | C | 0.83 | 0.55 | 0.48 | 0.53 | 0.52 | 0.63 | 0.49 | 0.52 | 0.53 | 0.48 | | | | | | | |
| 3 | ENROLLAR MANUALMENTE EL HILO HASTA QUE ENCIENDA EL AUTOMATICO DE LA EXTRUSORA | I | 0.14 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.14 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | | | | | | | |
| | | C | 0.97 | 0.67 | 0.58 | 0.64 | 0.64 | 0.75 | 0.63 | 0.66 | 0.64 | 0.60 | | | | | | | |
| 4 | ENROLLADO DE LOS 350m. DE HILO DE PLOMO | I | 8.75 | 8.76 | 8.74 | 8.76 | 8.76 | 8.74 | 8.75 | 8.76 | 8.74 | 8.76 | | | | | | | |
| | | C | 9.72 | 9.43 | 9.32 | 9.40 | 9.40 | 9.49 | 9.38 | 9.42 | 9.38 | 9.36 | | | | | | | |
| 5 | CORTE DEL HILO DE PLOMO Y AJUSTAR LA PUNTA EN LA BOBINA | I | 0.83 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.73 | 0.75 | 0.57 | 0.55 | 0.45 | 0.50 | | | | | | | |
| | | C | 10.55 | 10.00 | 9.68 | 9.95 | 10.13 | 10.24 | 9.95 | 9.97 | 9.83 | 9.86 | | | | | | | |
| 5 | DESMONTAR LA BOBINA DE HILO DE PLOMO Y COLOCARLA EN LA PARRILA DE PRODUCTO TERMINADO | I | 0.20 | 0.13 | 0.25 | 0.22 | 0.25 | 0.23 | 0.20 | 0.25 | 0.23 | 0.15 | | | | | | | |
| | | C | 10.75 | 10.13 | 9.93 | 10.17 | 10.38 | 10.47 | 10.15 | 10.22 | 10.06 | 10.01 | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | CALIFICACION | | TIEMPO NORMAL | | | | TOLERANCIA | | | | TIEMPO STANDAR | | | | | | | |
| 10.23 | | 100 | | 10.23 | | | | 15% | | | | 11.76 MIN | | | | | | | |

OBSERVACIONES: IDEM DE LOS TIEMPOS QUE DURAN LAS ACTIVIDADES DE ESTA OPERACION ESTA EN MINUTOS.
I= TIEMPO INDIVIDUAL; C= TIEMPO DE CORRIDO.

4.2 DIAGRAMAS DE PROCESO DEL HILO DE PLOMO

4.2.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES

Fabricación del hilo de plomo, método actual. Diámetro de 4.54 mm. Dibujado por Leonel Chacón .

Punto donde comienza: Pruebas de recepción

Punto donde termina : Inspección final

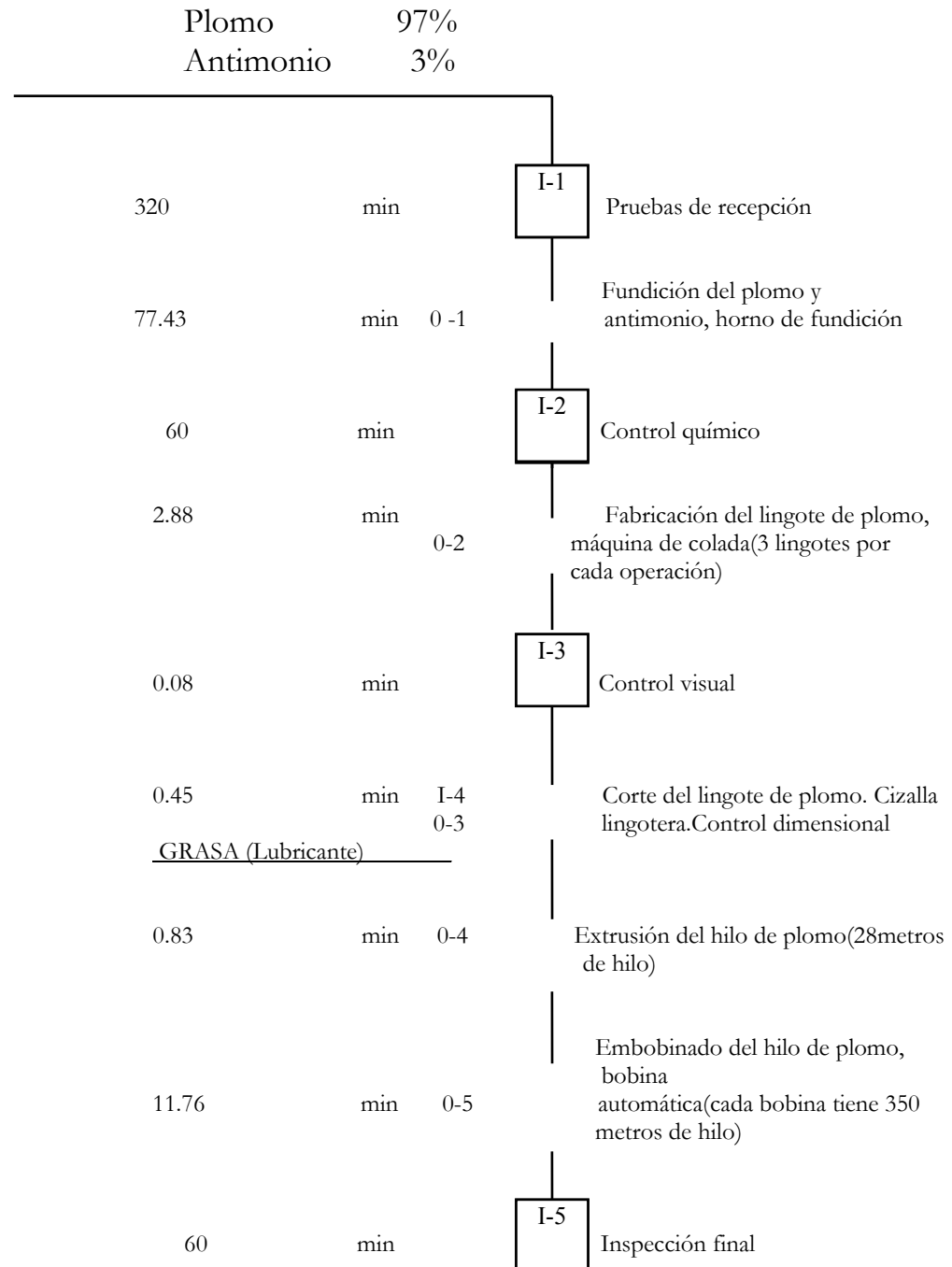
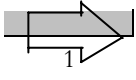








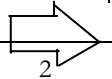
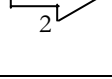



TABLA IV RESUMEN

| EVENTO | NUMERO | TIEMPO |
|------------------------|--------|-----------|
| Operaciones | 5 | 92.90 min |
| Operaciones Combinadas | 1 | 0.45 min |
| Inspecciones | 5 | 440.08min |

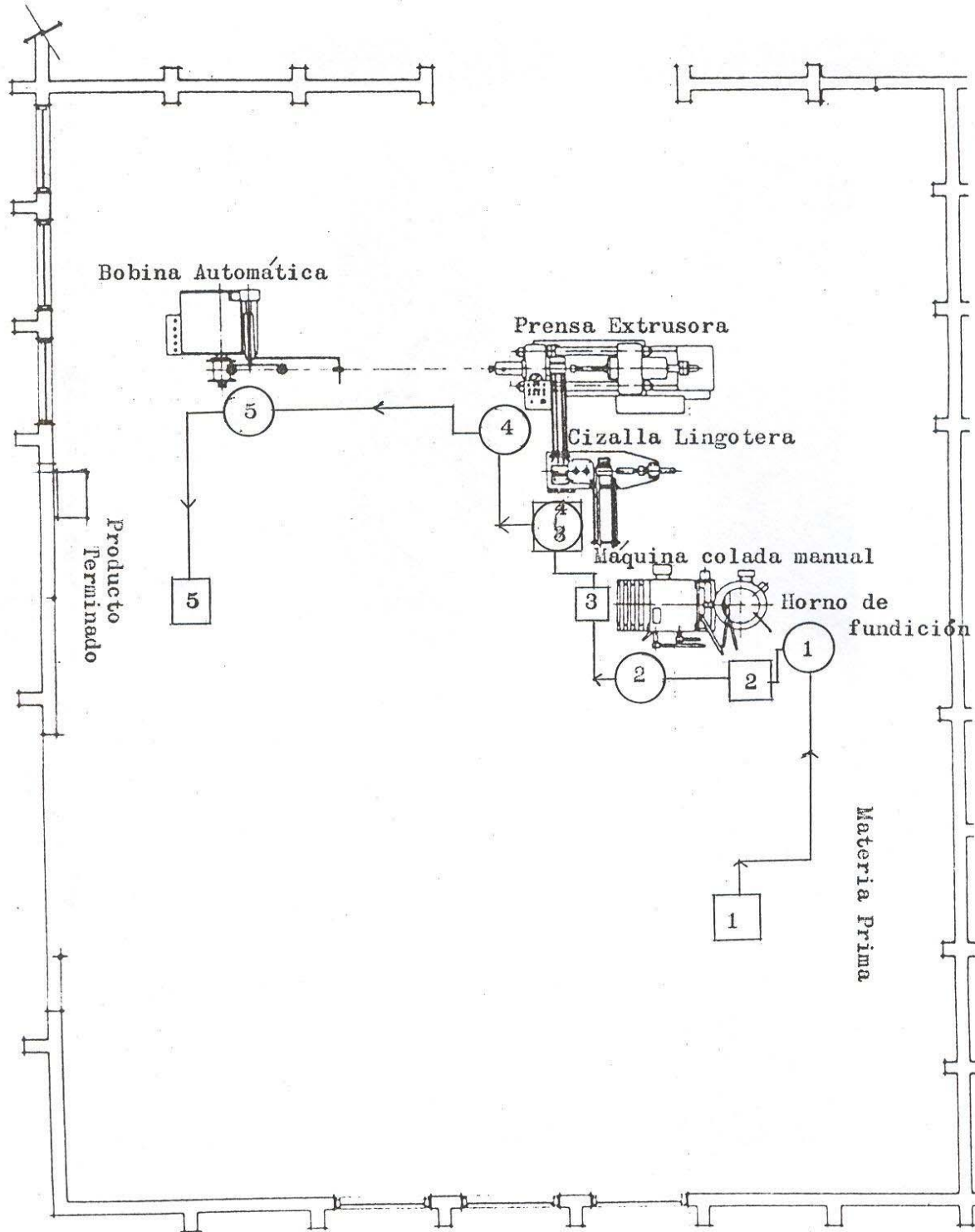
4.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO

| CONCEPTO DIAGRAMADO <u>Hilo de plomo</u> METODO <u>Actual</u> | | | |
|---|---------|---|---|
| DIAGRAMADO POR <u>Leonel Arturo Chacon Barrios</u> FECHA _____ | | | |
| EL DIAGRAMA COMIENZA <u>Transporte de la materia prima</u> | | | |
| EL DIAGRAMA TERMINA <u>Almacenaje de la materia prima</u> HOJA <u>1</u> DE <u>1</u> | | | |
| DISTANCIA | TIEMPO | SIMBOLO | DESCRIPCION DEL PROCESO |
| EN PIES | MINUTOS | | |
| 225 | 2.5 |  | Transporte de materia prima hacia el taller de fabricación |
| | 320 |  | Pruebas de recepción |
| | 77.43 |  | Fundición del plomo y antimonio Horno y fundición |
| | 60 |  | Control químico |
| | 2.88 |  | Fabricación del lingote de plomo Máquina de colada manual |
| | 0.08 |  | Control Visual |
| | 0.45 |  | Corte del lingote de plomo. Cizalla lingotera. Control dimensional |
| | 0.83 |  | Extrusión del hilo de plomo Prensa extrusora |
| | 11.76 |  | Embobinado del hilo de plomo, Bobina automática |
| | 60 |  | Inspección Final |
| 225 | 2.5 |  | Hacia la bodega (hilo de plomo) |
| | |  | Almacenaje del hilo de plomo hasta que se requiera. |
| RESUMEN | | | |
| EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
| Operaciones | 5 | 92.90 min | 450 pies |
| Inspecciones | 5 | 440.08min | |
| Transportes | 2 | 5 min | |
| Almacenamientos | 1 | | |
| Operaciones Combinados | 1 | 0.45 min | |

4.2.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Fabricación del hilo de plomo

Método actual



5. CONTROL DE CALIDAD DE HILO DE PLOMO

5.1 DEFINICION DE LOS PUNTOS DE CONTROL DEL PROCESO

5.1.1 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

Este control se efectuará cada vez que ingrese nuevo material. Dicho control deberá ser realizado en un laboratorio físico-químico.

Control a efectuar:

A. Composición Química

% Pb de pureza $9.95 \pm 0.05\%$

% Sb de pureza $9.90 \pm 0.10 \%$

B. Inspección Dimensional

Largo 17 cm

Ancho 8 cm

Espesor 4 cm

C. Peso (inspección 100%)

Peso del lingote de Pb 6.2 Kg.

Peso del lingote de Sb 3.6 Kg.

D. Inspección Visual

Forma Rectangular y homogénea

Color Gris metálico

Textura Material liso

Apariencia Libre de óxido

Material Libre de rechupes

5.1.2 CONTROL QUÍMICO

Este control se efectuará en el horno de fundición, sirviendo para evaluar el porcentaje de plomo y antimonio en cada colada (Aleación).

Control a efectuar:

Composición Química

% Plomo $98.5 \pm 0.5\%$

% Antimonio $1.5 \pm 0.5\%$

5.1.3 CONTROL VISUAL

Se realizará en la salida de la máquina de colada manual, el responsable del control será el operador de la máquina.

Control a efectuar:

Aspecto

Rebabas

Color

Brillo

Homogeneidad del material

Caras lisas

Rechupes

5.1.4 CONTROL DIMENSIONAL

Se efectuará a la salida de la máquina cizalla lingotera. Dicho control es la medición del lingote de plomo antimoniado.

Control a efectuar:

A. Dimensional

Largo del lingote 120mm

Diámetro del lingote 50mm

B. Granulometría

Tamaño del grano 0.035 ± 0.005 mm

5.1.5 INSPECCIÓN FINAL

Se llevará a cabo en el producto terminado, o sea en el hilo de plomo antimoniado fabricado.

Control a efectuar:

A. Composición Química

% Plomo 98.5 ± 0.5 %

% Antimonio 1.5 ± 0.5 %

% de Impurezas 0.1%

B. Inspección Dimensional

Diámetro 4.54 ± 0.1 mm

C. Peso específico 11.247 a 11.296 gr/cc

- D. Aspecto
 - Distribución del hilo en la bobina
 - Hilo deformado
 - Presencia de óxidos
 - Golpes
 - Rayaduras
 - Fisuras

5.2 ESPECIFICACIONES DEL CONTROL DEL HILO DE PLOMO

5.2.1 DISEÑO Y CÁLCULOS

5.2.1.1 Diámetro del Hilo

Con muestras de 5 rollos (bobinas) de hilo de plomo antimoniado se efectuaron 10 corridas para calcular los límites del gráfico de control del diámetro del hilo; este control es del producto terminado.

Los datos obtenidos son:

| Muestra No. | Lecturas | | | | | n | \bar{X} | S | R |
|-------------|----------|------|------|------|------|---|-----------|-------|------|
| 1 | 4.56 | 4.5 | 4.52 | 4.56 | 4.52 | 5 | 4.532 | 0.024 | 0.06 |
| 2 | 4.58 | 4.59 | 4.59 | 4.57 | 4.51 | 5 | 4.568 | 0.030 | 0.08 |
| 3 | 4.46 | 4.45 | 4.50 | 4.52 | 4.56 | 5 | 4.498 | 0.040 | 0.11 |
| 4 | 4.54 | 4.58 | 4.46 | 4.59 | 4.59 | 5 | 4.552 | 0.050 | 0.13 |
| 5 | 4.54 | 4.55 | 4.52 | 4.48 | 4.49 | 5 | 4.516 | 0.027 | 0.07 |
| 6 | 4.56 | 4.47 | 4.46 | 4.54 | 4.53 | 5 | 4.512 | 0.040 | 0.10 |
| 7 | 4.57 | 4.56 | 4.58 | 4.46 | 4.47 | 5 | 4.528 | 0.052 | 0.12 |
| 8 | 4.49 | 4.54 | 4.53 | 4.5 | 4.55 | 5 | 4.522 | 0.023 | 0.06 |
| 9 | 4.47 | 4.52 | 4.52 | 4.56 | 4.57 | 5 | 4.528 | 0.035 | 0.10 |
| 10 | 4.46 | 4.46 | 4.50 | 4.54 | 4.59 | 5 | 4.510 | 0.050 | 0.13 |

$$\begin{aligned}
 &= X = 4.526 \\
 &- S = 0.0371 \\
 &- R = 0.096
 \end{aligned}$$

Límites de Especificación

$$\begin{aligned}
 X \pm \downarrow & \quad LS=4.54 + 0.1 = 4.64 \text{ mm} \\
 4.54 \pm 0.1 \text{ mm} & \quad LC=4.54 \text{ mm} \\
 & \quad LI=4.54 - 0.1 = 4.44 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Límites del Proceso

$$\begin{aligned}
 \bar{\bar{X}} \pm A_1 \bar{S} & \quad LS=4.526+(1.60 \times 0.0371) = 4.585 \text{ mm} \\
 A_1 = 1.60 & \quad LC=4.526 \text{ mm} \\
 & \quad LI=4.526-(1.60 \times 0.0371) =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 4.467 \text{ mm} \\
 \bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R} & \quad LS=4.526+(0.58 \times 0.096) = 4.582 \text{ mm} \\
 A_2 = 0.58 & \quad LC=4.526 \text{ mm} \\
 & \quad LI=4.526-(0.58 \times 0.096) =
 \end{aligned}$$

$$4.470 \text{ mm}$$

5.2.1.2 PORCENTAJE DE PUREZA EN PRUEBAS DE RECEPCIÓN

Límites de Especificación

$$A. \text{ Plomo (Pb)} \quad X \pm \downarrow = 99.95 \pm 0.05\%$$

$$LS = 100\%$$

$$LI = 99.90\%$$

$$B. \text{ Antimonio (Sb)} \quad X \pm \downarrow = 99.90 \pm 0.10\%$$

$$LS = 100\%$$

$$LI = 99.80\%$$

5.2.1.3 CONTROL QUÍMICO DE LA ALEACIÓN Y PRODUCTO TERMINADO (HILO DE PLOMO ANTIMONIADO)

Límites de Especificación

A. Plomo (Pb) $X \pm \nabla = 98.5 \pm 0.05\%$

$$LS = 99\%$$

$$LI = 98\%$$

B. Antimonio (Sb) $X \pm \nabla = 1.5 \pm 0.5\%$

$$LS = 2\%$$

$$LI = 1\%$$

5.2.1.4 CONTROL DIMENSIONAL DE GRANULOMETRIA

Límites de Especificación

$$\nabla \quad X \pm = 0.035 \pm 0.005 \text{ mm}$$

$$LS = 0.04 \text{ mm}$$

$$LI = 0.03 \text{ mm}$$

5.2.2 GRÁFICOS DE CONTROL

5.2.2.1 GRÁFICOS DE CONTROL DEL DIÁMETRO DEL HILO

Los gráficos de control que a continuación se construyen serán utilizados para evaluar el diámetro del hilo de plomo antimoniado. Se medirá cada rollo (bobina) terminado de hilo; en cada bobina se medirá tres veces en un trazo de un metro de hilo.

TABLA IX, CONTROL DE DIMENSION DIÁMETRO DEL HILO DE PLOMO (mm)

FECHA _____

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| LS | 4.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.62 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC | 4.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LI | 4.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------------|--|
| Rollos Producidos | |
| Rollos Muestreados | |
| Media X | |
| Disviación S | |
| Rango R | |

Inspector _____

Vo.Bo. _____

Observaciones _____

**TABLA X, CONTROL DE DIMENSION DIÁMETRO DEL HILO
DE PLOMO (mm)**

FECHA _____

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 4.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LS | 4.585 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC | 4.526 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LI | 4.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rollos Producidos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rollos Muestreados | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Media X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Disviación S | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rango R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Inspector _____

Vo.Bo. _____

Observaciones _____

5.2.2.2 GRÁFICOS DE CONTROL DEL PORCENTAJE DE PUREZA EN PRUEBAS DE RECEPCIÓN

TABLA XI, CONTROL DEL PORCENTAJE DE PUREZA DEL PLOMO

FECHA _____

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 100.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 100.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LS | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC | 99.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.92 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LI | 99.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 99.84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rollos Producidos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rollos Muestreados | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Media X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Disviación S | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Rango R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Inspector _____

Vo.Bo. _____

Observaciones _____

5.2.3 MUESTREO DE ACEPTACIÓN

Se realizará un muestreo de aceptación en los diferentes puntos de control del proceso del hilo de plomo, donde se observará si el producto cumple con las especificaciones de calidad; se utilizará para tal caso las tablas Militar Standar 105D Nivel II y Militar Standar 414 Nivel IV.

5.2.3.1 MILITAR STANDAR 105D NIVEL II (SIMPLE)

Esta tabla es usada para calificar atributos, en ella los defectos se definen de la siguiente manera:

Críticos: Son todos los defectos que alteran la calidad del producto; que no se pueden reparar.

Mayores: Son todos los defectos que alteran la calidad del producto, pero si se pueden reparar.

Menores: Son todos los defectos que no alteran la calidad del producto, pero si se reportan para corregirlos en el proceso.

Se trabajará con un $AQL = 0.65$ según recomendado por el proveedor de la maquinaria. La tabla X se usará para los siguientes puntos de control:

A. Inspección visual: En máquina colada manual.

Defectos críticos: Son todos los defectos de aspecto, rebabas, color, brillo, homogeneidad y rechupes del lingote que alteran el proceso siguiente, teniendo que fundir el lingote de nuevo.

Defectos mayores: Son todos los defectos de las rebabas y rechupes del lingote que pueden ser corregidos sin fundir el material.

TABLA XVI, según la Tabla Militar Estándar 105D Nivel II

| Número de Lingotes Producidos al Día | Número de Lingotes A Inspeccionar | Número de Lingotes Malos Aceptables | Número de Lingotes Malos Rechazables |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 2 a 8 | 2 | 0 | 1 |
| 9 a 15 | 3 | 0 | 1 |
| 16 a 25 | 5 | 0 | 1 |
| 26 a 50 | 8 | 0 | 1 |
| 51 a 90 | 13 | 0 | 1 |
| 91 a 150 | 20 | 1 | 2 |
| 151 a 280 | 32 | 1 | 2 |
| 281 a 500 | 50 | 1 | 2 |
| 501 a 1200 | 80 | 1 | 2 |

La suma de los defectos críticos y mayores serán los defectos rechazables; y por cuatro defectos menores harán un defecto rechazable.

B. Inspección final (Aspecto) del hilo de plomo antimoniado.

Defectos críticos y mayores:

Son todos los defectos encontrados en la bobina, luego

de la distribución del hilo, deformaciones, presencia de óxidos, golpes, rayaduras y fisuras que alteran el producto, teniendo que fundir el hilo nuevamente.

TABLA XVII, según Tabla Militar Estándar 105D Nivel II

| NÚMERO DE ROLLOS PRODUCIDOS | NÚMERO DE ROLLOS A INSPECCIONAR | NÚMERO DE ROLLOS MALOS ACEPTABLES | NÚMERO DE ROLLOS MALOS RECHAZABLES |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 2 a 8 | 2 | 0 | 1 |
| 9 a 15 | 3 | 0 | 1 |
| 16 a 25 | 5 | 0 | 1 |
| 26 a 50 | 8 | 0 | 1 |
| 51 a 90 | 13 | 0 | 1 |
| 91 a 150 | 20 | 1 | 2 |

5.2.3.2 Militar Standard 414 nivel IV (simple)

Esta tabla es usada para calificar variables, ser empleada en los siguientes puntos de control.

A.- Inspección final del diámetro del hilo de plomo antimoniado.

El diámetro aceptable es de $4.54 \pm 0.1 \text{mm}$ utilizando la tabla simple, con un AQL 0.65, nos indica que aceptar, si $T_u > K$ ó $T_l > K$, donde $T_u = \underline{U-X}$ & $T_l = \underline{X-L}$:

S S

y K nos da la tabla Militar Standard 414 nivel IV.

| Número de Rollos producidos | Número de Rollos a inspeccionar | Máximo porcentaje defectuoso aceptable |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 3 a 8 | 3 | 1.65 |
| 9 a 15 | 3 | 1.65 |

| | | |
|-----------|----|------|
| 16 a 15 | 4 | 1.65 |
| 26 a 40 | 5 | 1.65 |
| 41 a 65 | 7 | 1.75 |
| 66 a 110 | 10 | 1.84 |
| 111 a 180 | 15 | 1.91 |

Tomando los datos obtenidos del inciso 5.2.1.1 de la muestra No. 9 (producción 27 rollos), tenemos que $\bar{X} = 4.52$ & $S = 0.035$; $U = \text{Límite especificación mayor} = 4.64$, $L = \text{Límite especificación menor} = 4.44$:

$$T_u = \frac{4.64 - 4.528}{0.035} \quad \text{y} \quad T_l = \frac{4.528 - 4.44}{0.035}$$

$$\begin{aligned} T_u &= 3.20 & \text{y} & & T_l &= 2.51 \\ 3.20 &> K & \text{ó} & & 2.51 &> K \\ 3.20 &> 1.65 & \text{ó} & & 2.51 &> 1.65 \end{aligned}$$

En este ejemplo se acepta la producción, en general para aplicar dicha tabla se necesita saber:

- a.- En base al número de rollos producidos, se toma el número de rollos a inspeccionar y el máximo porcentaje aceptable (K) de la tabla Militar Stándar 414 nivel IV.
- b.- Del número de inspecciones efectuadas, se calcula la \bar{X} y S .

$$c.- \text{Aplicar } T_u = \frac{U - \bar{X}}{S} > K \text{ ó } T_l = \frac{\bar{X} - L}{S} > K,$$

donde U = Límite máximo aceptable y L = Límite mínimo aceptable.

d.- De lo contrario rechazar.

B.- Inspección final de la composición química del hilo de plomo antimoniado (Aleación): La composición química aceptable del plomo es $98.5 \pm 0.05 \%$ y del antimonio $1.5 \pm 0.5 \%$; Utilizando un AQL = 0.65,teniendo una producción de 27 rollos, la tabla Militar Standar 414 nivel IV nos indica que el número de rollos a observar es de 5 y K = 1.65, donde los controles químicos nos dieron los siguientes datos:

% Plomo 98.1; 98.9; 97; 98.6; 98.8

% Antimonio 1.9; 1.1; 2.9; 1.4; 1.2

% impurezas 0; 0; 0.1; 0; 0

Donde U = $98.5 + 0.5 = 99\%$ y

L = $98.5 - 0.5 = 98\%$

\bar{X} porcentaje de plomo = 98.28 S porcentaje plomo = 0.697

$$T_u = \frac{99 - 98.28}{0.697} \quad \text{y} \quad T_l = \frac{98.28 - 98}{0.697}$$

$$T_u = 1.033 > 1.65 \quad \text{ó} \quad T_l = 0.40 > 1.65$$

En este caso se rechaza la producción.

5.3 EQUIPO EN CADA PUNTO DE CONTROL

El equipo en cada punto de control del hilo de plomo - antimoniado es:

A.- Pruebas de recepción

Laboratorio físico químico (análisis volumétrico): Determinar el porcentaje de pureza del Pb y Sb.

Regla y vernier: Medir tamaño de los lingotes del Pb y Sb.

Balanza analítica: Determinar el peso requerido de cada lingote (Pb y Sb).

B.- Control químico

Laboratorio físico químico: Determinar el porcentaje de cada material.

Balanza analítica: (PB y Sb) en la aleación.

C.- Control visual

Análisis propiamente visual: Encontrar defectos críticos, mayores y menores.

D.- Control dimensional

Vernier: Medir el tamaño del lingote.

Microscopio metalográfico: Calcular el tamaño del grano.

E.- Inspección final

Laboratorio físico químico (análisis volumétrico): Determinar el porcentaje de cada material (Pb y Sb) en el hilo.

Micrómetro y vernier: Medir el diámetro del hilo.

Densímetro: Determinar el peso específico.

5.4 PERSONAL EN CADA PUNTO DE CONTROL

El personal encargado de velar por la calidad del hilo de plomo antimoniado en cada punto de control es:

A.- Pruebas de recepción

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Laboratorio físico químico | (Composición química) |
| Depto. control de calidad | (Inspección dimensional) |
| Depto. control de calidad | (Peso, inspección visual) |

B.- Control químico

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Laboratorio físico químico | (Composición química) |
|----------------------------|-----------------------|

C.- Control visual

| | |
|--------------------------|----------|
| Operador de máquina y | (Visual) |
| Depto control de calidad | |

D.- Control dimensional

Depto. control de calidad

E.- Inspección final

Laboratorio físico químico (Composición química)

Depto. control de calidad (Inspección dimensional)

Depto. control de calidad (Peso específico, visual)

5.5 TAREAS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL ENCARGADO

Las diferentes tareas del personal que vela por la calidad o cumplimiento de las especificaciones requeridas para producir hilo de plomo antimoniado son:

A.- Prueba de recepción :

El laboratorio físico químico se encarga de analizar la composición química de la materia prima, por medio de un análisis volumétrico.

El personal de control de calidad realiza la inspección dimensional del lingote, así como la medición del peso y la inspección visual del plomo y antimonio.

B.- Control químico:

Después de realizar la colada de fundición en el horno, se verifica la composición química del material; el encargado de realizar dicha

tarea es el laboratorio físico químico por medio de un análisis volumétrico.

C.- Control visual:

Después de elaborar el lingote de plomo antimoniado se realiza una inspección visual, por el operador de la máquina, el cual debe velar por la fabricación de un buen producto que cumpla con las especificaciones de calidad.

D.- Control dimensional:

El departamento de control de calidad se encarga de efectuar la medición del lingote de plomo antimoniado después de pasar por la cizalla lingotera, al mismo tiempo el laboratorio físico químico realiza la inspección del tamaño del grano por medio del microscopio metalográfico.

E.- Inspección final:

Al tener el producto terminado se efectúa la inspección final del hilo de plomo antimoniado, por el laboratorio físico químico y el departamento de control de calidad; el primero efectúa el control de la composición química y el segundo la inspección dimensional, peso específico e inspección visual del hilo.

5.6 DISEÑO DEL MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA COMPROBACION DE LA CALIDAD EN CADA PUNTO DE CONTROL

A.- Prueba de recepción:

Al recibir la materia prima (plomo y antimonio) se verifica su composición química la cual debe tener un porcentaje de pureza del plomo de 99.9% y antimonio 99.8%. También debe medir cada lingote 17x8x4 cm y pesar Pb 6.2 Kg, Sb 3.6 Kg. Si cumple con las especificaciones anteriores se acepta el material. Este control se efectuará cada vez que ingrese nuevo material a la planta. El tamaño de la muestra para verificar la composición química será del 10% del material recibido; peso del lingote se revisará el 100%.

B.- Control químico:

Después de obtener la mezcla de plomo y antimonio en el horno de fundición deben verificarse las especificaciones del porcentaje de plomo 98.5 ± 0.5 y antimonio 1.5 ± 0.5 . Si cumple con dichas especificaciones se da marcha al proceso de fabricación del hilo de plomo, en caso contrario se procede a componer la colada introduciendo Pb o Sb, según el material que falte para cumplir con la especificación. Este control se efectuará en cada colada.

C.- Control visual:

Cada lingote fabricado en la máquina de colada manual debe de cumplir con los siguientes aspectos visuales: Excento de rebabas, color, brillo, homogeneidad del material, caras lisas, rechupes. Este control es efectuado al mismo tiempo que es fabricado el lingote, por el operador o el departamento de control de calidad, aplicando la tabla Militar Standar 105D nivel II. El tamaño de la muestra lo determinará la producción diaria.

D.- Control dimensional:

Este control es efectuado después de realizar el corte del lingote por la cizalla lingotera, dicho lingote debe tener un largo de 120 mm y un diámetro de 50 mm. El tamaño del grano debe tener 0.035 ± 0.005 mm. El tamaño del lingote será inspeccionado el 10% de la producción diaria; para el tamaño del grano se aplicará la tabla Militar Standar 414 nivel IV en base a la producción diaria.

E.- Inspección final:

Después de la extrusión y embobinado del hilo de plomo se efectúa un control final el cual incluye porcentaje de Pb 97.5 ± 0.5 y Sb 2.5 ± 0.5 , diámetro 4.54 ± 0.1 mm, peso específico 11.247 a 11.296 gr/cc y aspecto.

Si cumple con las especificaciones anteriores el producto terminado es aceptado por control de calidad. Para determinar el tamaño de la muestra en el control del porcentaje (Pb y Sb), diámetro, y peso específico se aplicará la tabla Militar Standar 414 nivel IV y para lo que refiere al control del aspecto la Militar Standar 105D nivel II en base a producciones diarias.

5.7 FORMATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO

TABLA XVIII Prueba de recepción

| PRUEBA DE RECEPCION | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------------|-----------|-----------|---|---|---------|-----|
| Procedencia _____ | | | | | | | | |
| Fecha _____ | | | | | | | | |
| Analista _____ | | | | | | | | |
| Lote | Batch | Porcentaje | | Dimensión | | | Peso Kg | |
| | | Pb | Sb | cm | | | Pb | Sb |
| | | 99.95±0.05 | 99.90±0.1 | 17 | 8 | 4 | 6.2 | 3.6 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Vo.Bo. _____

TABLA XIX Control químico

| CONTROL QUIMICO | | | |
|-----------------|------------|----------------|----------------|
| Fecha _____ | | | |
| Analista _____ | | | |
| Hora | % de Plomo | % de Antimonio | % de Impurezas |
| | 98.5±0.5 | 1.5±0.5 | 0.1 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Vo.Bo. _____

TABLA XX Control dimensional

| CONTROL DIMENSIONAL | | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Fecha_____ | | AQL_____ | |
| Analista_____ | | Porcentaje Defectuoso | |
| No. Lingotes Producidos_____ | | Aceptable (K)_____ | |
| Hora | Largo 120 mm | Diámetro 50 mm | Tamaño del grano 0.035 ± 0.005 mm |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Vo.Bo._____

TABLA XXI Inspección final

| CONTROL DEL HILO DE PLOMO | | | | | |
|----------------------------|--|----------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| Fecha_____ | | | AQL_____ | | |
| No. rollos producidos_____ | | | Porcentaje Defectuoso | | |
| No. muestras_____ | | | Aceptable (K)_____ | | |
| Analistas_____ | | | | | |
| Hora | Peso específico 11.247 a 11.296 gr/cc | %Plomo 98.5 ± 0.5 | % Antimonio 1.5 ± 0.5 | % Impurezas 0.1 | Diámetro 4.54 ± 0.1 mm |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Vo.Bo._____

TABLA XXII Aspecto

| CONTROL VISUAL | | | |
|--|-------------------------------|---|---|
| Fecha _____ | | | |
| Analista _____ | | | |
| AQL _____ | No. Defectos Aceptables (A+B) | | |
| No. Muestras _____ | _____ | | |
| Descripcion de los Defectos | A | B | C |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| TOTAL | | | |
| A) Defecto Crítico B) Defecto Mayor C) Defecto Menor | | | |

Vo.Bo. _____

5.8 RECOMENDACIONES

En el horno de fundición se trabaja con temperatura hasta 550°C, por lo cual hay que tener mucho cuidado para no sufrir quemaduras: Hay que evitar el contacto con la máquina de colada manual; se trabaja a altas temperaturas lo que debe tomarse en cuenta para el manejo de la misma. El calor se transmite a toda la superficie de ésta. Es muy importante el uso de guantes de asbesto para evitar quemaduras. La máquina extrusora también es susceptible de calentarse en la parte delantera, donde se une el hilo que va produciendo, por lo que hay que tener mucho cuidado para el manejo del material cuando se esté trabajando sobre el control de calidad del mismo.

6. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA DEL HILO DE PLOMO

6.1 MANTENIMIENTO GENERAL DE LA MAQUINARIA

6.1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el reconocimiento y revisión con detalle del estado de la maquinaria e instalaciones, buscando los momentos más oportunos, y de menos impacto sobre la producción. Esta función se cumplirá poniendo en práctica las siguientes acciones: Visitas, revisiones, engrase, limpieza de las máquinas e instalaciones, etc.

6.1.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es la corrección de averías o anomalías sistemáticas de la maquinaria o instalaciones. También es el reacondicionamiento de máquinas e instalaciones que por su uso se encuentran en condiciones difíciles de funcionamiento correcto.

6.1.3 SISTEMA ELECTRICO-ELECTRONICO

El mantenimiento que se realizará a esta area cubre los siguientes rubros:

Motor eléctrico: medidas de tensiones, corrientes, tanto en vacío como en carga. Inspección visual, manual y auditiva del estado de cojinetes y bujes, limpieza del sistema de ventilación , engrase y lubricación. Revisión de contactores de potencia. Inspección de contactos del contactor más solicitado del sistema de comando.

Deshumidificación y limpieza del tablero. Inventario de la cantidad de fusibles y sus características, graduación de la protección de sobrecarga, de acuerdo a la corriente nominal del motor. Revisión de generadores, interruptores principales, transformadores, sistema de alimentación hasta la acometida a cada máquina. Comando por señales de muy baja potencia en elementos electrónicos.

6.1.4 SISTEMA MECÁNICO

El mantenimiento periódico de esta área comprenderá lo siguiente:

Estado de fajas y poleas. Revisión externa de ejes y poleas.

Engranajes: estado de los dientes, revisión externa de ejes.

Inspección visual de juegos nocivos y desajustes en eje principal, bujes, rodamientos. Inspección del carro principal, tornillos, cuchillas, cilindros y émbolos. Revisión y engrase. En general corresponde a los mecanismos de transmisión de potencia y de operación.

6.1.5 SISTEMA DE GAS

El mantenimiento de la sección de gas cubrirá lo siguiente:

Revisión del tanque o depósito de gas (presión, fugas, nivel de contenido de gas). Inspección de fugas en los conductos y uniones de la acometida de gas. Revisión de la presión de gas que llega a los quemadores.

Observar y verificar que no existan fugas de gas en los quemadores, hornillas y medidores de presión (manómetros).

6.1.6 SISTEMA HIDRÁULICO

El mantenimiento de esta área comprende lo siguiente:

Revisión del sistema de bombeo, captación y distribución.

Verificar el circuito de agua para el enfriamiento en las máquinas.

Inspección de fugas en los conductos y uniones. Inspección de los niveles de aceite en cada sistema hidráulico y a la vez verificar la presión, fuerza de bombeo, etc.

6.1.7 ENGRASE Y LUBRICACIÓN (DIAGRAMAS)

A continuación se muestran los diagramas de engrase y lubricación de las máquinas, cizalla lingotera y bobina automática, que indica el tipo de aceite y/o grasa a utilizar, y la frecuencia de lubricación o engrase:

FIGURA 3 Engrase y Lubricación CIZALLA LINGOTERA

| Partes de la máquina | Cilindro | Cambio del cilindro | Unidad Hidráulica | | | Eje para columpiar | Embocadura |
|--|----------|---------------------|----------------------------------|---|----|--------------------|------------|
| Número o lugar de la operación | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Símbolo de la operación Modo de Operación | | | | | | | |
| Introducir y llenar si es necesario (c/hr) | | | 8 | | | | |
| Cambiar (c/hr) | | 2000 | 1000 | | | | |
| Llenar (c/hr) | 200 | 200 | | | 50 | 50 | |
| Tipo de grasa o aceite | RONEX MP | RONEX MP | NUTO H 68 o TELLUS OIL 33,933 | | | RONEX MP | RONEX MP |
| Contenido del tanque (lr) | | | 50 | | | | |

Las diferentes partes de la máquina se indican en el diagrama siguiente:

FIGURA 4 Engrase y Lubricación BOBINA AUTOMÁTICA

| Partes de la mantenimiento máquina | Cojinete | Engranaje | Rozamiento del eje | Cadena | Unidad de | |
|---|-------------|-----------|-----------------------|----------|---------------------|----|
| Número o lugar de la operación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Símbolo de la Operación</div> <div style="margin-left: 10px;"> </div> </div> | | | | | | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Modo de Operación</div> <div style="margin-left: 10px;"> </div> </div> | | | | | | |
| Llenar (c/hr) | 40 | | | | | |
| Lubricación (c/hr) | | | 8 | | | |
| Rociar (c/hr) | | | | 40 | | |
| Cambiar (c/hr) | | 20000 | | | | |
| Introducir y Llenar si es necesario (c/hr) | | | | | 40 | |
| Desaguar (c/hr) | | | | | | 40 |
| Tipo de aceite o grasa | RONEX MP | | RONEX MP | RONEX MP | TELLUS OIL 33933 | |

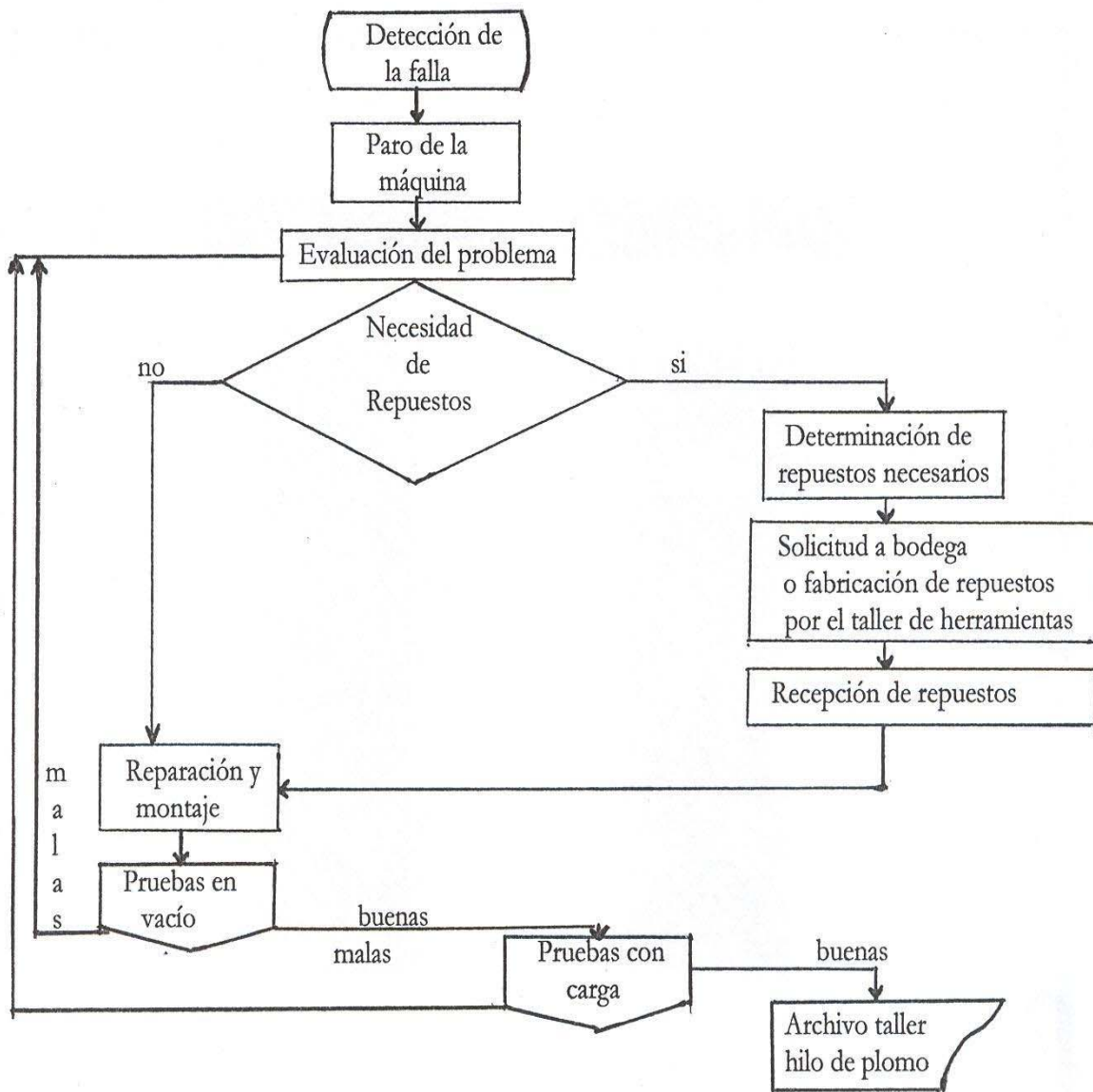
6.1.8 CRONOGRAMA

El mantenimiento que se le da a cada máquina es general, esto quiere decir que en cada inspección se ve el sistema eléctrico-electrónico, de gas, hidráulico, engrase y lubricación. Ver Fig. 5.

FIGURA 5 Cronograma de Mantenimiento

| | ABRIL | | | | | | | | | | AGOSTO | | | | | | | | | | DICIEMBRE | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| Máquina | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | |
| Máquina 21 22 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horno de Fundición | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Máquina de colada manual | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Cizalla Lingotera | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Prensa Extrusora | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Bobina Automatica | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | ■ | ■ | |

6.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA REPARACION Y MONTAJE DE LAS MAQUINAS



6.3 RECURSOS

6.3.1 HUMANOS

Se refiere a quién será la mano de obra del mantenimiento de la maquinaria de hilo de plomo. Para ello contamos con un Departamento de Mantenimiento el cual proporcionará:
Un supervisor y Dos electromecánicos.

Por otro lado los trabajadores de la planta de hilo de plomo también velarán por el mantenimiento de la misma, siendo: El ajustador y operador de las máquinas.

6.3.2 HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Se contará con herramientas y materiales para el mantenimiento de la maquinaria e instalaciones. Entre las principales herramientas tenemos:

Tester analógico, tester digital, megámetro, pinzas amperimétricas, secuencímetro, desatornilladores, máquina de embobinar, pistola de soldar, osciloscopio 40-60mhz, 1 juego de llaves de copa milimétricas 5 al 30, 1 juego de llaves allen, 1 juego de llaves de cola, 1 juego de llaves stilson, 1 extractor, 1 martillo.

Entre los materiales tenemos:

Aceites

Grasas

Lubricantes

Jabón, detergente para piso

Estaño

Fusibles

6.3.3 DOCUMENTACIÓN

Se refiere a toda la información teórica que se cuenta para el mantenimiento de la planta, como son:

Manuales de mantenimiento de la maquinaria

Diagramas eléctricos

Diagramas electrónicos

Planos conexión eléctrica

Diagramas terminales

Diagramas de mantenimiento (engrase y lubricación)

Planos hidráulicos

Planos de ensamble de la maquinaria

Planos para la ubicación de detectores de proximidad

7. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL DE LA PLANTA DE HILO DE PLOMO

7.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LA PLANTA

7.1.1 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Se denomina equipo de protección personal a todas las prendas de vestir que se utilizan en el trabajo para proteger al trabajador de los peligros de accidentes y de las enfermedades ocupacionales. En este caso el equipo de protección personal que se usa para la planta de hilo de plomo es el siguiente:

A.- Para proteger la cabeza:

Los protectores a utilizar para la cabeza son los cascos de aluminio o de plástico.

B.- Para proteger la cara:

Para la protección de la cara se utilizan las caretas. Este equipo evita los efectos de las chispas y salpicaduras en el horno y la máquina de colada manual.

C.- Para proteger el aparato respiratorio:

Para evitar intoxicación de vapores de plomo (Saturnismo) se utilizan mascarillas de filtro químico.

D.- Para proteger el tronco:

Para proteger el tronco de heridas y quemaduras que provoque la manipulación del producto (lingote de plomo) a altas temperaturas se utiliza una gabacha de asbesto.

E.- Para proteger brazos y manos:

Para proteger de quemaduras por contacto del material a altas temperaturas se utilizan guantes de asbesto.

F.- Para proteger piernas y pies:

Para proteger de machacamientos del plomo, ya que la manipulación de los lingotes requieren fuerza debido a que son pesados, se utilizan botas de seguridad con puntera de acero.

7.1.2 INFORMACIÓN Y RÓTULOS DE SEGURIDAD

Se refiere a la advertencia del peligro por medio de rótulos que indican la utilización o prohibición de una herramienta o equipo para protección personal. Se utilizan los rótulos siguientes:

NO FUMAR
USE GUANTES
USE CARETA
USE MASCARILLA
USE CASCO
USE GABACHA

Estos rótulos se distribuyen conforme se utilizan los accesorios en la planta de hilo de plomo para la protección del trabajador.

7.1.3 ENERGÍA ELÉCTRICA

Cuando el trabajador usa herramientas eléctricas portátiles, puede estar expuesto a cualquiera de los cuatro riesgos siguientes:

- a) Trabajar en contacto con el metal a tierra.
- b) Trabajar en un lugar inaccesible.
- c) Trabajar en condiciones de calor y humedad.
- d) Trabajar a distinto nivel arriba del suelo.

Los voltajes para la maquinaria de hilo de plomo se deben mantener tan bajos como sea posible, debido a la energía requerida que incluye utilizar suministro trifásico. En este caso el conductor que alimenta al suministro se debe montar con doble conductor a tierra. Se debe tener protección a tierra en todo el equipo eléctrico de la planta. Cada máquina que tiene un panel eléctrico debe tener una tarjeta de registro o bitácora y las tarjetas se deben archivar de tal manera que sea fácil saber las fechas en que debe hacerse una nueva revisión. También se debe asegurar que los encargados de velar por el mantenimiento de los paneles eléctricos hallan recibido adiestramiento para usar en forma correcta estos equipos.

7.1.4 INCENDIOS Y EXPLOSIONES

Se debe tener cuidado especialmente con la fuga de gas (propano-butano) ya que los quemadores de la máquina de colada manual no tienen protección; al contacto puede ocasionar una explosión o incendio. Otros agentes que pueden ocasionar incendios son chispas eléctricas, instalaciones eléctricas defectuosas, recarga de tomacorrientes, recalentamiento de motores mecánicos, cerillos y cigarrillos encendidos. Para evitar fuga de gas se efectúa una inspección con espuma de jabón a toda la acometida o instalación de la tubería de gas eventualmente.

Para controlar fuegos inmediatos se utilizara extintores portátiles para controlar fuegos tipo “B” y “C” o sea derivados del gas y equipos eléctricos, motores mecánicos, interruptores e instalaciones eléctricas. Para ello se cuenta con extintores de polvo químico seco a presión. Reglas para el uso correcto de los extintores portátiles:

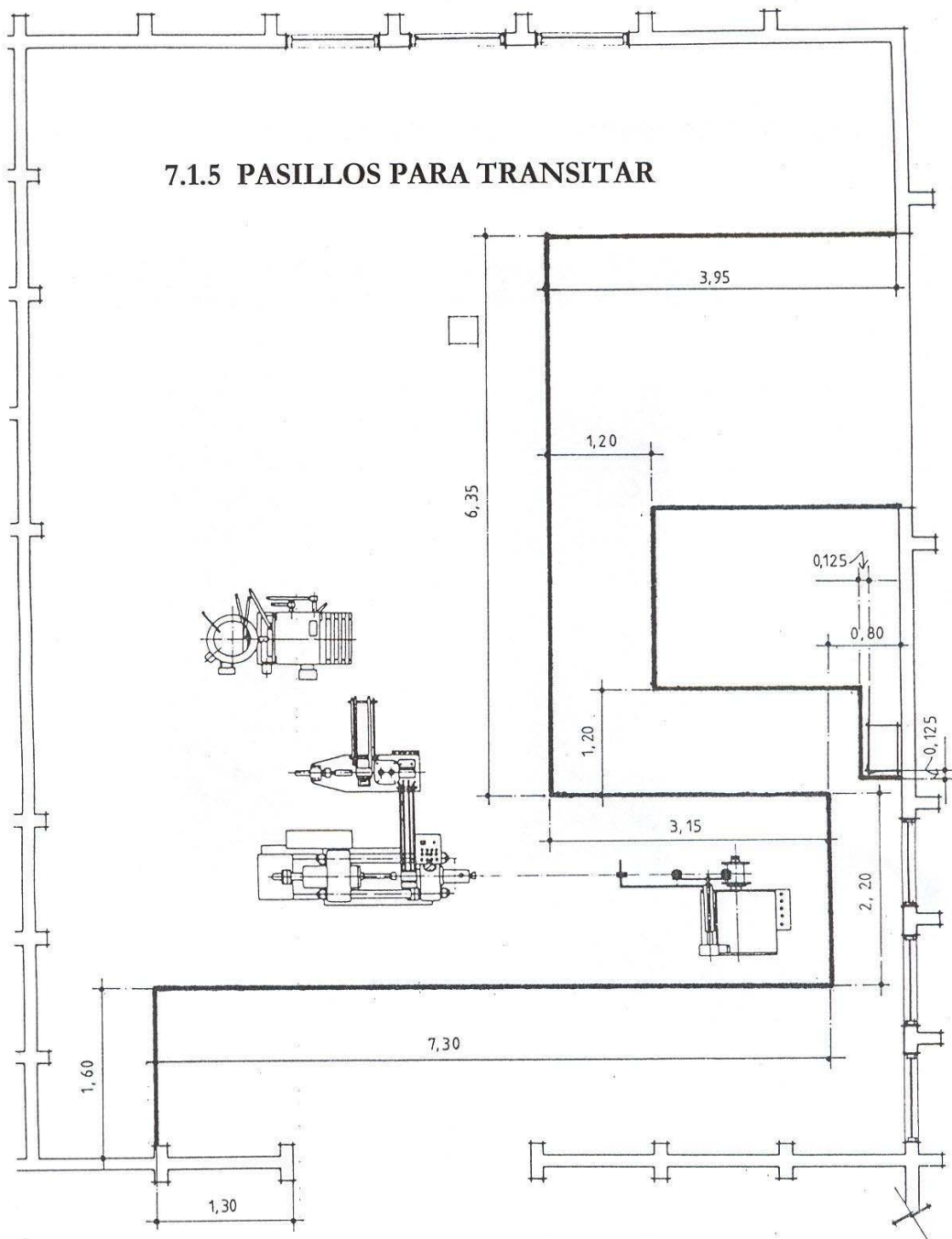
- I. Contar con, por lo menos, dos extintores portátiles ubicados cerca del horno de fundición y máquina de colada manual.
- II. Deben de estar instalados a una altura de 1.25 metros del piso.
- III. Se verifica su estado cada tres meses.

IV. El personal encargado de la planta de hilo de plomo tendrá un adiestramiento para el manejo de los extintores.

Recomendaciones para evitar incendios en la planta:

- Mantener orden y limpieza en el área de trabajo
- Evitar la fuga de gas propano-butano
- No recargar los tomacorrientes
- No operar herramientas eléctricas donde está el gas
- Tendrá un mantenimiento y lubricación todo el equipo mecánico
- Prohibir a los operadores que fumen en la planta
- Evitar el apilamiento de desechos aceitosos, papeles, trapos y basura, depositándolos en recipientes tapados.

7.1.5 PASILLOS PARA TRANSITAR



PLANO DEL TRASO DEL AREA DE CIRCULACION.

FUERA DE ESCALA:

NOTA:

Las cotas estan dadas a ejes de la línea de circulación la cual debera ser de 0,05 cms. de ancho.

7.1.6 MÁQUINAS Y MOTORES

La disposición adecuada de las máquinas es un requisito obvio para garantizar la seguridad en el taller. Debe haber suficiente separación entre una máquina y otra, y entre máquinas y las paredes.

A.- Horno de fundición: Se debe tener cuidado de no tocarlo sin los guantes de protección debido a las altas temperaturas con que se trabaja. Principalmente se debe trabajar con la mascarilla para evitar intoxicaciones.

B.- Máquina de colada manual: Utilizar la mascarilla de filtro químico, guantes, careta, botas y gabacha.

C.- Cizalla Lingotera: Se debe tener cuidado especialmente de no introducir las manos cuando la máquina esté funcionando debido a que puede provocar amputación, por medio de las cuchillas que le dan el tamaño al lingote de plomo-antimoniado.

D.- Prensa de extrusión: Tener precaución con la parte frontal de la máquina porque trabaja a una temperatura de 100 °C y con el pistón de la prensa extrusora.

E.- Bobina automática: Tener cuidado con el montaje y desmontaje

de los carretes o bobinas, ya que son muy pesados. Utilizar las botas con puntera de acero. Con los motores tener cuidado con las conexiones eléctricas y no introducir los dedos en las espigas giratorias.

7.1.7 HERRAMIENTAS DE MANO

Cada tipo de herramienta tiene especificaciones técnicas para el trabajo seguro, las que el operador debe conocer y practicar como parte de sus hábitos de trabajo. Cuando se utilizan herramientas de mano como el martillo debe usarse la careta de protección para evitar daños a los ojos con pequeñas astillas. Tener cuidado al desmontar la matriz de la máquina extrusora ya que permanece por un tiempo a temperatura arriba de los 50 °C. Con el resto de herramienta de mano guardar toda la seguridad para un buen trabajo de manera profesional, eficiente y productivo.

7.1.8 MANEJO DE MATERIALES PESADOS, CALIENTES Y CORTANTES

Tanto la materia prima como el producto terminado, ya para su elaboración, almacenamiento o expendio; dentro de la planta de hilo de plomo, necesitan ser transportados o movilizados de un lugar a otro; para la ejecución de este trabajo es necesaria la utilización de medios de transportación adecuados.

Los medios de transporte utilizados son mecánicos y manuales.

Transporte mecánico: Carretillas, lagartos y montacargas

Transporte manual: Energía humana.

Los medios de transporte mecánico son objeto de revisión constante y del mantenimiento preventivo necesario, para garantizar su buen funcionamiento y, en consecuencia, la seguridad del trabajador. En transportación manual de productos, no debe abusarse de la capacidad física del trabajador. Si la carga es muy pesada hay que solicitar ayuda.

A.- Materia Prima:

Clase de producto: lingotes de plomo y antimonio

Peso: arriba de los 10 Kg. c/u

Forma: rectangular

Distancia de Traslado: aproximadamente 75 mts.

Medio de transporte: montacargas

B.- Producto en proceso:

Peso: 2 a 4 Kg c/lingote de plomo-antimoniado

Forma: cilíndrica

Distancia: menor de 1 mt.

Medio de transporte: manual

Equipo auxiliar: guantes de asbesto

C.- Producto terminado:

Peso: 31Kg. c/bobina o carrete

Distancia de traslado: aproximadamente 75 mts.

Medio de transporte: montacargas

7.1.9 IDENTIFICACIÓN DE TUBERIAS

Todos los sistemas de tubería son clasificados por la naturaleza del material que conducen y, de esta forma, se colocan adecuadamente. Las tuberías se identifican con los siguientes colores:

| TUBERÍA | COLOR |
|--------------------------|------------|
| Acometida de gas propano | Amarillo |
| Acometida eléctrica | Anaranjado |
| Acometida de agua | Verde |

7.2 HIGIENE INDUSTRIAL DE PLANTA

7.2.1 LIMPIEZA DEL EDIFICIO

El orden y la limpieza son normas higiénicas, son factores decisivos en la preservación de la salud y prevención de accidentes. La limpieza del edificio se efectuará cada ocho días cuando el trabajo es continuo; la cual consistirá en limpieza del piso, ventanas, puertas, paredes y baños.

Normas de orden y limpieza que deben practicarse en la planta de hilo de plomo, para evitar accidentes y enfermedades ocupacionales:

- Mantener el piso, servicios sanitarios, vestidores, lavamanos y demás dependencias de la planta, siempre limpios y en buenas condiciones.

- Evitar la acumulación de materiales sobrantes e inservibles, como cajas, residuos, etc.

- Mantener el local de trabajo pintado, ventilado, y con buena iluminación.

- Usar depósitos de basura debidamente tapados.

- Usar insecticidas para evitar la reproducción de insectos.

- Usar desinfectantes para combatir microbios y olores desagradables.

7.2.2 LIMPIEZA DE MAQUINARIA

La limpieza de la maquinaria se realizará todos los días al final de la jornada, para mantenerla en buen estado.

Normas de orden y limpieza que deben practicarse en la planta de hilo de plomo, para evitar accidentes y enfermedades ocupacionales:

- Mantener limpia la maquinaria y herramienta de trabajo.
- Guardar los útiles, herramientas y equipo de trabajo en lugares específicos y adecuados.
- Mantener los materiales a usarse o de almacenaje bien acondicionados.
- Mantener los pasillos y vías de acceso libres de obstáculos.
- Usar ropa limpia y adecuada al trabajo que se realiza.

7.2.3 SUPRESIÓN DE HUMOS Y GASES

Para la extracción de gases se fabricaron dos chimeneas, una para horno de fundición y otra para la máquina de colada manual. Además existen seis ventanas que permanecen abiertas durante el proceso de trabajo que evacúan humos o gases de plomo que son dañinos para la salud. Dichos gases provocan la enfermedad llamada Saturnismo. Para no padecer de dicha enfermedad, se utiliza un equipo para proteger el aparato respiratorio, en este caso es una mascarilla con filtro químico.

7.2.4 HERIDAS

Cuando un operador sufre una herida en el trabajo que efectúa, si es muy grave se le practican inmediatamente los primeros auxilios, luego es trasladado a la sala de enfermería para que le brinden los cuidados y medicamentos necesarios. El trabajador debe de guardar las medidas de seguridad para evitar cualquier tipo de heridas que pueda ocasionarse durante el trabajo. El equipo auxiliar de protección que debe llevar siempre son los guantes de asbesto, la gavacha de asbesto y la careta de seguridad.

7.2.5 HEMORRAGIAS

Si el trabajador sufre de alguna hemorragia provocada por algún accidente se le aplicará el procedimiento adecuado y luego se le conducirá a la sala de enfermería para brindarle atención médica.

7.2.6 FRACTURAS

El trabajador deberá tener cuidado cuando alimente el horno de fundición, la cizalla lingotera y la máquina extrusora, ya que aplicara fuerza manual para ejecutar dicha operación, porque se puede provocar alguna fractura en el cuerpo durante estas operaciones.

También al desmontar la bobina de hilo de plomo de la embobinadora requerirá de fuerza manual. Para ello deberá utilizar equipo de protección personal como casco y botas de puntera de acero. El operador de estas máquinas está sujeto a sufrir este tipo de accidentes, por lo que se le capacitará adecuadamente para actuar convenientemente cuando ello suceda.

7.2.7 ASFIXIA

Si el trabajador sufre de asfixia a causa de los gases de plomo se le brindará respiración artificial hasta que llegue el personal especializado. Para evitar alguna intoxicación deberá utilizarse la mascarilla con filtro químico.

CONCLUSIONES

- 1.- Los proveedores de materia prima más indicados en Guatemala para proveer a la planta son Minas de Guatemala S.A. y Empresa Tio Nayo, ubicadas en Guatemala y Chiquimula respectivamente.
- 2.-El ensayo de tracción efectuado nos indica que el hilo de plomo es un material que no resiste la deformación pero tiene un alargamiento porcentual alto.
- 3.- En la implementación de la planta de hilo de plomo, la ruta crítica expuesta en el CPM nos indica que no podemos tardarnos mas del tiempo asignado en cada tarea para no retrazarnos en la terminación del proyecto.
- 4.- En base a los tiempos estándar calculados, el cuello de botella es la fabricación del lingote en la máquina de colada manual, dicha operación no debe parar de producir en cada colada de fundición para no retrazar el proceso.
- 5.- En el sistema de control de calidad de la planta , se aplicarán específicamente límites de especificación para medir las variables y la tabla militar standar 105D nivel II (AQL 0.65) para medir atributos.

- 6.- La planta procesadora de hilo de plomo necesitará solamente 3 meses de producción para cubrir la demanda proyectada según los cálculos de la disponibilidad , en base a la utilización de una matriz para planificar.
- 7.- Se realizará un mantenimiento preventivo a toda la maquinaria al finalizar los tres meses de producción que se necesitan para cubrir la demanda de hilo de plomo.
- 8.- Los encargados de manejar la maquinaria de la planta, deberán seguir las instrucciones establecidas en este trabajo, para no sufrir accidentes en el trabajo, intoxicaciones, golpes, quemaduras, etc.
- 9.- Se puede producir materiales extruídos y embobinados con la misma maquinaria. Además del hilo de plomo, como alambre de cobre para conducciones eléctricas y materiales de aporte, alambre, para soldaduras de estaño.

RECOMENDACIONES

- 1.- Comprar el plomo y antimonio a la empresa Tío Nayo, Chiquimula, porque tiene los mismos porcentajes de pureza requeridos que Minas de Guatemala, pero económicamente y en entrega de pedidos da un mejor servicio.
- 2.- La cizalla lingotera, extrusora y bobina trabajarlas en el sistema de automático para tener buena eficiencia de producción y menos operarios para manipularlas.
- 3.- Enseñar a los operarios de la planta a manejar las máquinas automáticas y manuales para tener dos opciones de trabajo en caso falle alguna.
- 4.- Engrasar el hilo de plomo al salir de la extrusora, antes de embobinarlo, para que no se le formen óxidos por el tiempo que va a permanecer almacenado.
- 5.- La planta de hilo de plomo necesitará dos operarios para manejar la misma. Una persona responsable del horno de fundición y máquina de colada manual; y la otra encargada de la máquina lingotera, extrusora y bobina automática.

- 6.- Las pruebas de recepción del material se efectuarán antes de iniciar el proceso, para verificar la calidad de producción del proveedor.
- 7.- El equipo usado para la prueba de control de calidad deberá tener un mantenimiento periódico, para no sufrir error en la medición.
- 8.- Buscar un mercado de venta de alambre de estaño y cobre, soldadura y conducción eléctrica, para sacar utilidades a la planta los nueve meses del año que está parada, ya que como se especifico anteriormente el hilo de plomo se produce en tres meses para cubrir la demanda.
- 9.- Capacitar y orientar al personal de mantenimiento, utilizando el trabajo efectuado en este proyecto.
- 10.- El encargado de la planta deberá, velar por el cumplimiento de la seguridad e higiene sobre los operarios, para no lamentar accidentes irreparables.
- 11.- El responsable del horno de fundición y máquina de colada manual no deberá quitarse la mascarilla con filtro químico, para evitar intoxicación de los vapores del plomo, Saturnismo.

BIBLIOGRAFIA

Appold. Feiler. Reinhard.Schmidt Ingeniería De Los Metales (GTZ).
Editorial Reverté S.A. Vol. I

A. Leyensetter. Tecnología de los Oficios Metalúrgicos. Editorial Reverté
S.A.

W.H. Collin GMBH Maschinenfabrik. Manuales De Hilo De Plomo

Avallone, Eugene y Theodore Baumeister. Manual del Ingeniero Mecánico
México. Editorial Mc Graw-Hill

J.M. Juran, Frank M. Gryna. Manual de Control de Calidad. 4ta. Edición.
Vol. I & II

Benjamin Niebel. Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México

Pyzder-Berger. Manual de Control de Calidad en la Ingeniería. Vol. I & II

REGISTROS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

| <table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ESTUDIO No. _____ FECHA _____ | |
|---|-------------|-----------------|---|---------------|---|---------|---|---------------|---|---|---|------------|----|----|----|----------------|----|----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERACION _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAQUINA _____ DEPTO _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERADOR _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HERRAMIENTAS ESPECIALES _____ - _____ - _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANALISTA <u>LEONEL ARTURO CHACON BARRIOS</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO COMENZO | | ESTUDIO TERMINO | | TIEMPO GLOBAL | | 270 MIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION | I | C | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | PROM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | I | C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO DURACION | | | | CALIFICACION | | | | TIEMPO NORMAL | | | | TOLERANCIA | | | | TIEMPO STANDAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

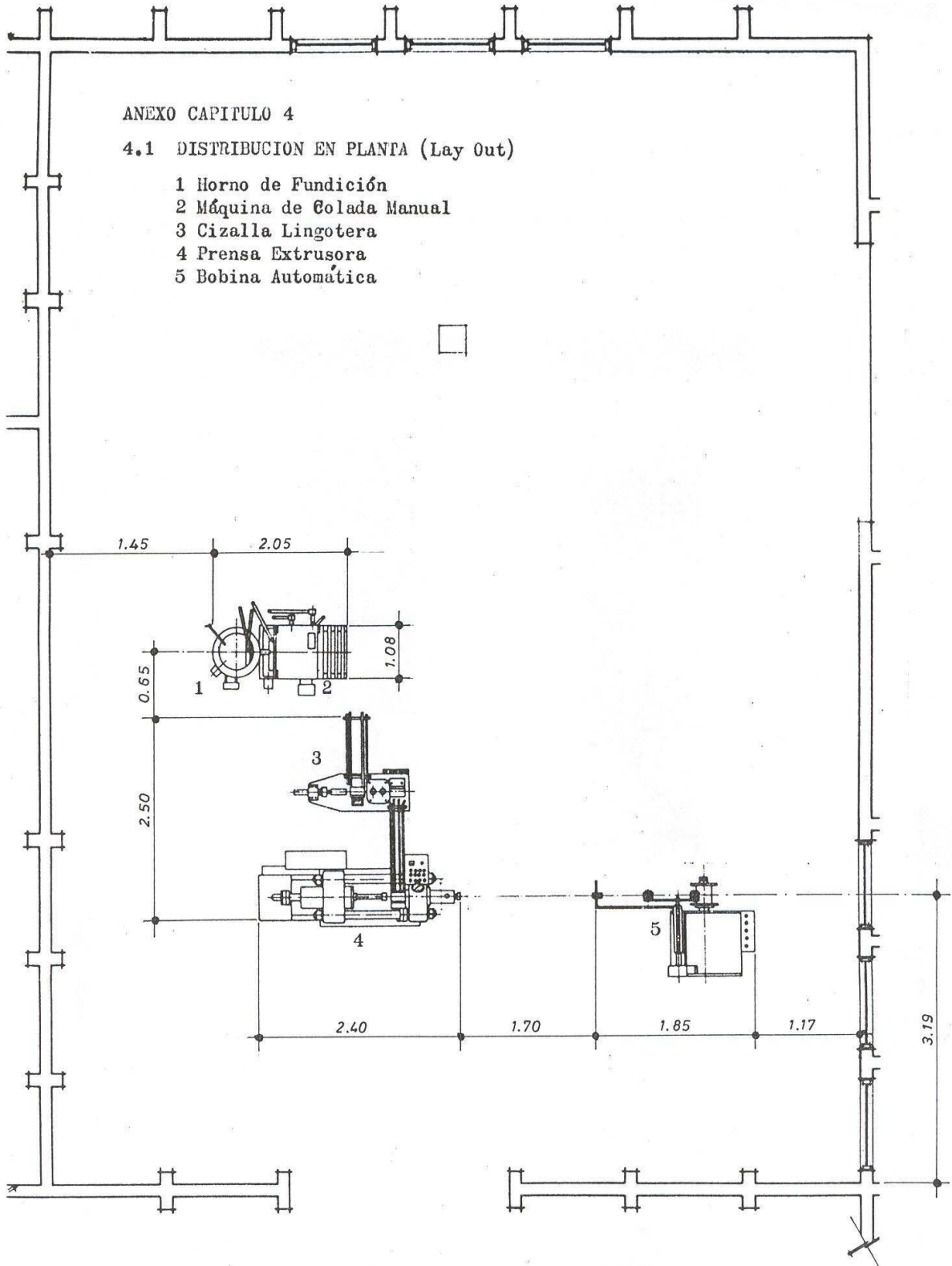
OBSERVACIONES:

ANEXO

ANEXO CAPITULO 4

4.1 DISTRIBUCION EN PLANTA (Lay Out)

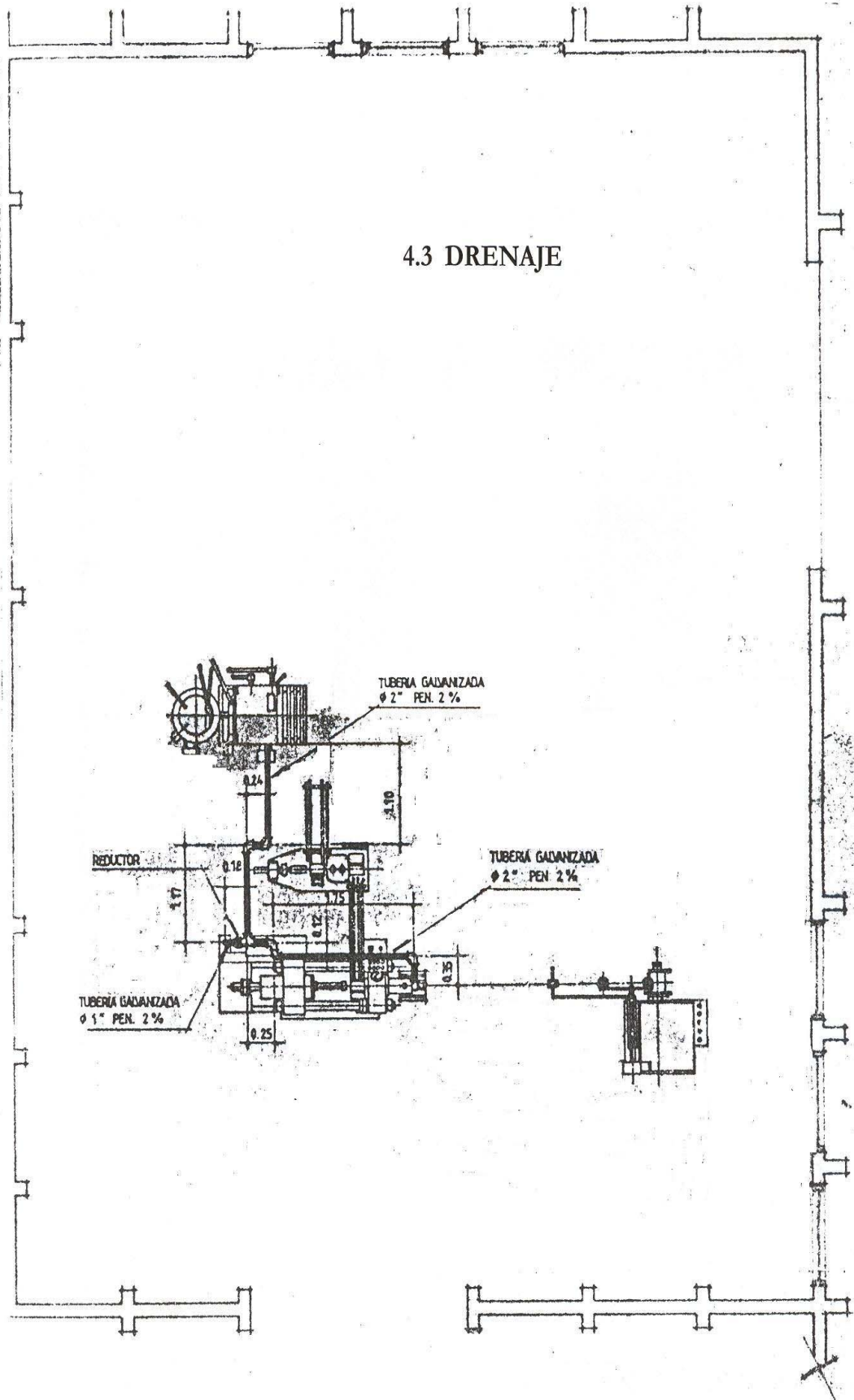
- 1 Horno de Fundición
- 2 Máquina de Colada Manual
- 3 Cizalla Lingotera
- 4 Prensa Extrusora
- 5 Bobina Automática



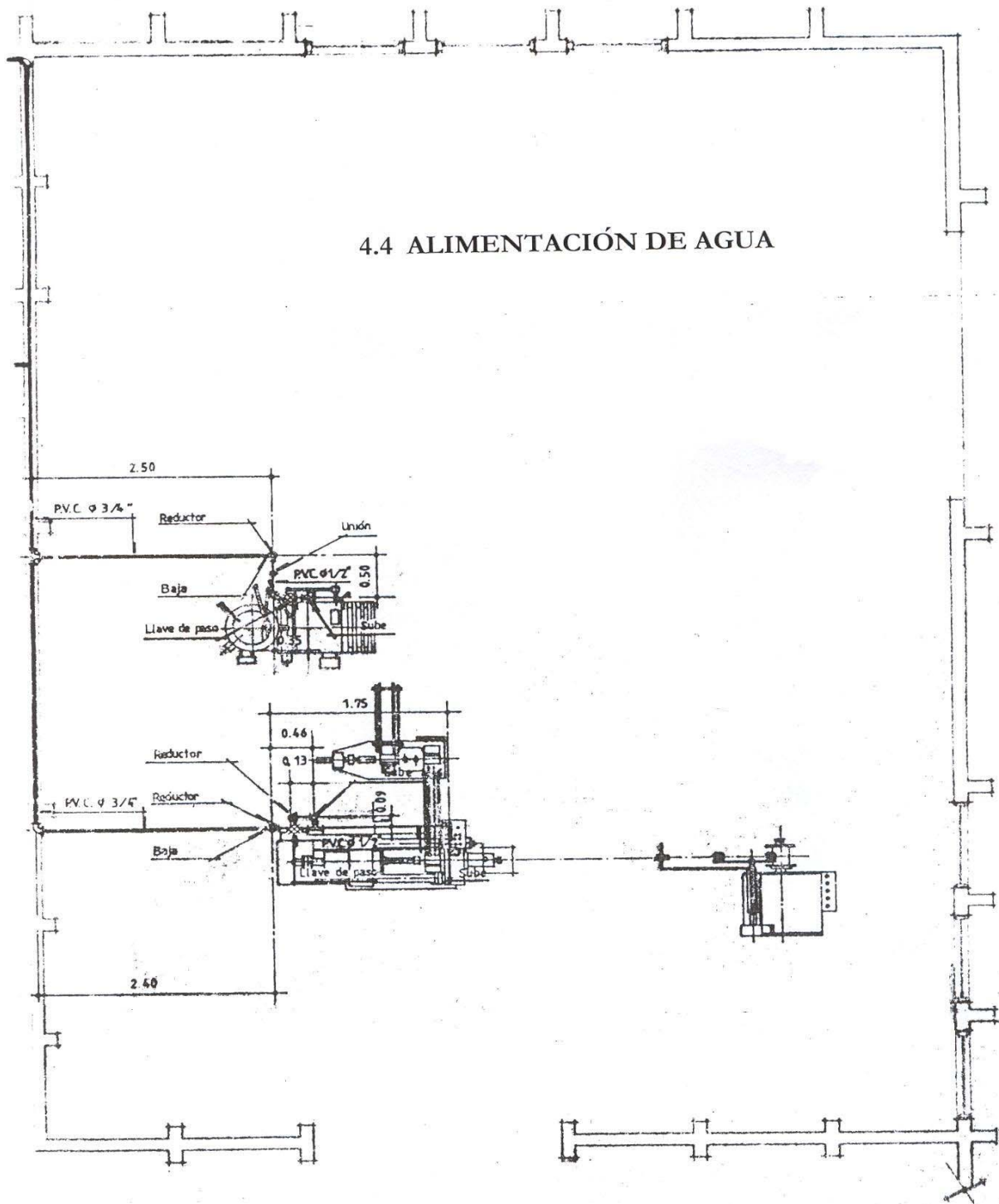
4.2 ANCLAJE DE LA MAQUINARIA

En primer lugar se procedió a la medida y trazo de la ubicación de la maquinaria, luego la puesta de cuatro pernos de $\frac{1}{2}$ pulgada por cada máquina, anclaje de las mismas y por último puesta de las tuercas de sujeción. Antes de apretar definitivamente las tuercas se realizó la nivelación de cada una de las máquinas.

4.3 DRENAJE



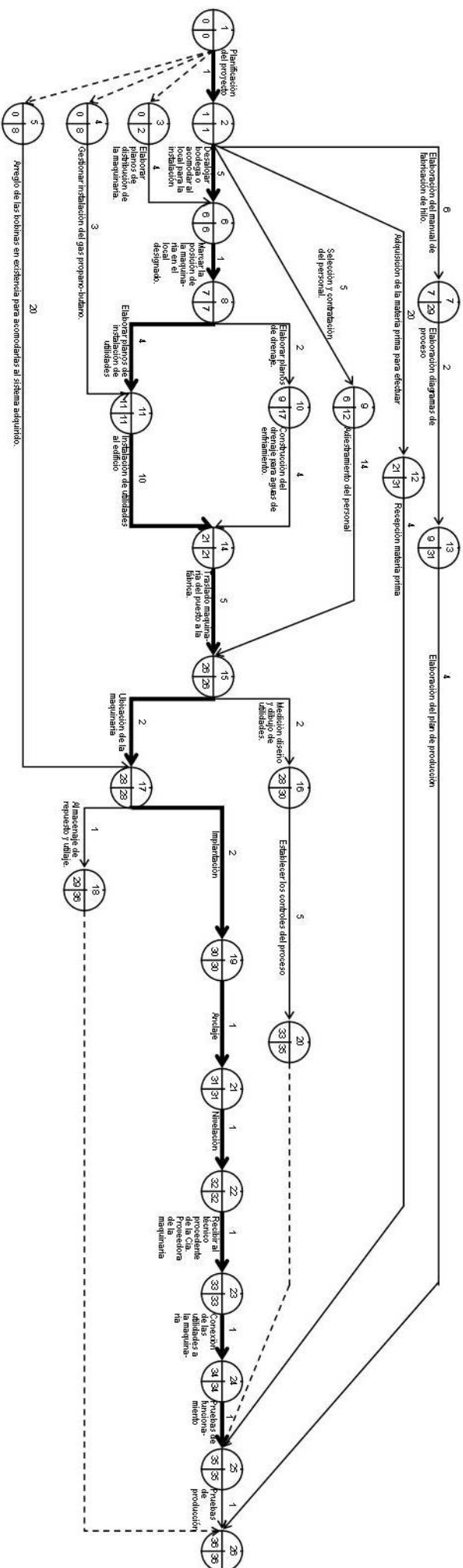
4.4 ALIMENTACIÓN DE AGUA



4.5 VENTILACION DE LA PLANTA

El tamaño del edificio donde está la planta de hilo de plomo es de 12.59 x 9.31 metros, contando con seis ventanas de 1.62 x 0.92 metros que sirven para la ventilación. Además una chimenea para evacuar el humo y calor que expulsan los quemadores del horno y máquina de colada manual. Se cuenta con dos puertas; una principal de 3.60 x 3.10 metros y una secundaria de 2.87 x 2.54 metros.

CPM
GRAFICAL



RUTA CRITICA —————

1,2,6,8,11,14,15,17,19,21,22,23,24,25,26