



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

**MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE
CARTUCHOS CALIBRE 5.56 mm EN LA FÁBRICA DE
MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA**

Osvin Turin Ochaeta Galindo

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE
CARTUCHOS CALIBRE 5.56 mm EN LA FÁBRICA DE
MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSVIN TURIN OCHAETA GALINDO

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE
CARTUCHOS CALIBRE 5.56 mm EN LA FÁBRICA DE
MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 1 de abril de 2010.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Osvin Turin Ochaeta Galindo', written in a cursive style.

Osvin Turin Ochaeta Galindo



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 05 de noviembre de 2010
REF.EPS.DOC.1114.11.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Osvin Turin Ochaeta Galindo** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200611096**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE CARTUCHOS CALIBRE 5.56mm EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

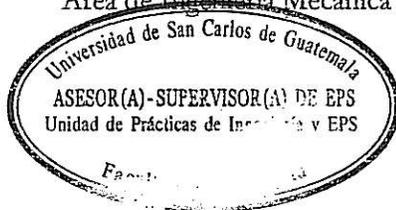
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
EESZ/ra





FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 05 de noviembre de 2010
REF.EPS.D.819.11.10

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE CARTUCHOS CALIBRE 5.56mm EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Osvin Turin Ochaeta Galindo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zedera de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación titulado **MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE CARTUCHOS CALIBRE 5.56 mm EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA**, del estudiante **Osvin Turin Ochaeta Galindo** procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio'.

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, noviembre de 2010.

JCCP/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE CARTUCHOS CALIBRE 5.56 mm EN LA FÁBRICA DE MUNICIONES DEL EJÉRCITO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Osvin Turin Ochaeta Galindo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 16 de noviembre de 2010.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Diosito** Por ser la guía espiritual que me ha bendecido, iluminado y me ha dado fuerzas en todo momento.
- Mi papá y mamá** Efraín Arturo Ochaeta Turckheim y Zully Johanna Galindo Torres, por su comprensión, apoyo y ejemplos en los cuales me he guiado para ser mejor persona.
- Mis hermanos** Harry Efraín y Jaqueline Johanna Ochaeta Galindo, por esos buenos consejos, metas que nos hemos trazado y la motivación de seguir adelante cosechando triunfos.
- A mi familia** Por se parte de mi vida y todas esas grandes ocasiones en las que hemos compartido y disfrutado con alegrías y felicidad. En especial a mi abuelito Papallemo; Cesar Guillermo Galindo Piedrasanta y mi abuelita Mamacala; Clara Turckheim Ochoa.
- A mis amigos** Gracias por su amistad, confianza y apoyo con el que siempre he contado.
- En memoria de** Papapin; Efraín Ochaeta Leal, Mamatita Berta Torres Saraccini y Carlos Ochaeta con cariño Sachito; **q.e.p.d.**

AGRADECIMIENTOS

A la Fábrica de Municiones del Ejército, por permitirme realizar mi ejercicio profesional supervisado y la colaboración para realizar este proyecto.

Al Personal Docente y Administrativo de esta Facultad, por sus enseñanzas y valiosa colaboración en mi educación académica.

Al ingeniero Julio César Campos Paiz, por brindarme ese apoyo y atención para obtener una mejor Escuela de Ingeniería Mecánica.

Al ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda, por su asesoría y apoyo técnico para la realización del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES	1
1.1 Generalidades de la Fábrica de Municiones,	
Cobán, Alta Verapaz	1
1.1.1. Aspectos generales.....	1
1.1.2. Reseña histórica	1
1.1.3. Actividades y productos	3
1.1.4. Misión y visión.....	3
1.1.4.1. Misión	4
1.1.4.2. Visión.....	4
1.1.5. Estructura organizacional.....	4
1.1.6. Ubicación	5
1.1.7. Planta de producción	6
1.2 Conceptos generales	7
1.2.1 Definiciones del cartucho	7
1.2.1.1 Características generales.....	7
1.2.1.2 Definición vaina	7
1.2.1.3 Definición bala	8

1.2.1.4 Características cartucho 5.56 mm.....	8
1.2.1.5 Definición fulminante	8
1.2.2 Definiciones de procesos.....	9
1.2.2.1 Abrillantado	9
1.2.2.2 Cabeceado.....	9
1.2.2.3 Calibración	9
1.2.2.4 Corte	9
1.2.2.5 Conificado	10
1.2.2.6 Decapado.....	10
1.2.2.7 Desengrase.....	10
1.2.2.8 Embobinado	10
1.2.2.9 Embutición	10
1.2.2.10 Encartuchado	11
1.2.2.11 Estampado	11
1.2.2.12 Estirado	11
1.2.2.13 Extrusión	11
1.2.2.14 Fundición.....	11
1.2.2.15 Golleteado.....	11
1.2.2.16 Marcado	12
1.2.2.17 Recocido	12
1.2.2.18 Torneado.....	12
2. FASE DE INVESTIGACIÓN	13
2.1 Análisis de riesgos en la Fábrica de Municiones	13
2.1.1 Tipos de riesgo	13
2.1.1.1 Riesgos físicos	14
2.1.1.1.1 Ruido	14
2.1.1.1.2 Ventilación	14
2.1.1.1.3 Temperatura	15

2.1.1.1.4 Vibraciones	15
2.1.1.1.5 Iluminación	16
2.1.1.2 Riesgos químicos	16
2.1.1.3 Riesgos biológicos.....	17
2.1.1.4 Riesgos ergonómicos	19
2.1.2 Tipos de riesgo en la planta de producción.....	19
2.1.2.1 Riesgos físicos	20
2.1.2.2 Riesgos químicos	22
2.1.2.1 Riesgos ergonómicos	23
2.1.3 Plan de mitigación de riesgo	24
2.1.3.1 Técnicas operativas de seguridad	24
2.1.3.2 Estructura de un plan de emergencia	25
2.1.3.3 Normas y medidas de seguridad	27
2.1.3.4 Equipo de seguridad e higiene del personal.....	28
2.1.3.5 Señalización óptica.....	30
3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	31
3.1 Procesos anteriores a la actualización de la fabricación	
de municiones calibre 5.56 mm IMG	31
3.2 Proceso actualizado de fabricación de la vaina.....	32
3.2.1 Corte y estampado del trozo	32
3.2.2 Desengrase del trozo	32
3.2.3 Recocido del trozo	32
3.2.4 Decapado del trozo	33
3.2.5 Extrusión de la copa.....	34
3.2.6 Desengrase de la copa	34
3.2.7 Recocido de la copa.....	34
3.2.8 Decapado de la copa	35
3.2.9 Primer estirado.....	35

3.2.10	Desengrase del primer estirado	36
3.2.11	Recocido del primer estirado	37
3.2.12	Decapado del primer estirado.....	37
3.2.13	Segundo estirado.....	37
3.2.14	Desengrase del segundo estirado	38
3.2.15	Corte del segundo estirado.....	38
3.2.16	Enjabonado previo iniciado del alojamiento.....	39
3.2.17	Iniciado del alojamiento	39
3.2.18	Cabeceado y marcado.....	40
3.2.19	Desengrase previo recocido parcial.....	41
3.2.20	Recocido parcial	41
3.2.21	Decapado de la vaina recocida.....	42
3.2.22	Conificado, golleteado y perforación del oído	42
3.2.23	Desengrase final	43
3.2.24	Abrillantado de las vainas	44
3.2.25	Torneado del culote y corte en longitud	44
3.2.26	Control dimensional	45
3.2.27	Recocido del gollete.....	45
3.3	Proceso actualizado de fabricación de la bala	46
3.3.1	Fundición de plomo y antimonio	46
3.3.2	Fabricación del lingote de plomo	46
3.3.3	Corte del lingote de plomo	47
3.3.4	Fabricación del hilo de plomo	48
3.3.5	Embobinado del hilo de plomo.....	48
3.3.6	Calibración del alambre de plomo	49
3.3.7	Estampado del núcleo de plomo.....	49
3.3.8	Abrillantado del núcleo de plomo	50
3.3.9	Embutición de la copa.....	51
3.3.10	Desengrase de la copa	51

3.3.11 Recocido de la copa.....	52
3.3.12 Decapado de la copa	53
3.3.13 Formación de la bala.....	53
3.3.14 Abrillantado de la bala.....	55
3.3.15 Control de peso.....	56
3.3.16 Control de dimensiones	56
3.4 Procesos actualizados de carga y encartuchado.....	57
3.4.1 Inspección a la vista	57
3.4.2 Inserción del fulminante y laqueado.....	57
3.4.3 Carga y encartuchado.....	58
3.4.4 Control de peso de carga.....	60
3.4.5 Prueba de resistencia a la extracción	61
3.4.6 Control de peso e inspección a la vista.....	61
3.4.7 Embalaje en cajas de cartón.....	63
3.4.8 Control de peso nominal	63
3.4.9 Etiquetado	64
3.4.10 Embalaje en bolsas plásticas.....	65
3.4.11 Soldadura de embalaje plástico	65
3.4.12 Embalaje final en cajas de madera	65
3.4.13 Flejado	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
APÉNDICES	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de la Fábrica de Municiones.....	5
2	Mapa de ubicación de la Fábrica de Municiones.....	6
3	Puntos de control de dureza del trozo	33
4	Punto de dureza para la copa de la vaina	35
5	Especificaciones primer estirado	36
6	Aspecto de la vaina del primer estirado.....	36
7	Aspecto del corte de longitud	39
8	Iniciado del alojamiento	39
9	Marcado de la vaina	41
10	Especificaciones del conificado, golleteado y oído de fuego.....	42
11	Aspecto del conificado, golleteado y oído de fuego.....	43
12	Forma final de la vaina	44
13	Zona de recocido del gollete.....	46
14	Lingote de plomo con medida especificada.....	47
15	Hilo de plomo embobinado en carretes	49
16	Núcleo de plomo.....	50
17	Copa de tumbaga de cobre y zinc.....	51
18	Copa color mate por el recocido.....	52
19	Punzones y matrices para la formación de la bala	55
20	Balas sin impurezas ni grasa.....	55
21	Vainas con fulminante y laca verde	58
22	Primeras estaciones de carga y encartuchado.....	59

FIGURAS (continuación)

23	Componentes del Cartucho IMG 5.56 mm.....	60
24	Equipo de control de peso.....	62
25	Banda para inspección visual.....	62
26	Embalaje de cartuchos en caja de cartón	63
27	Etiquetado y sellado.....	64
28	Caja embalada con las bolsas plásticas	66
29	Flejado con grapa galvanizada y cinta metálica.....	66

TABLAS

I	Tipos de riesgo y ejemplos.....	14
---	---------------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje
±	Más o menos
°B	Grado Baume, escala de concentración
°C	Grados Celsius
Bar	Unidad de presión bar
dbA	Decibeles
gr	Gramo
gr/cm³	Gramos sobre centímetro cúbico
HV	Unidad de dureza de Vickers
Hz	Hertz
I.M.G.	Industria Militar Guatemalteca
Kg	Kilogramo
kg-f	Kilogramo fuerza
mm	Milímetro
No.	Número

GLOSARIO

Ácido sulfúrico	Ácido de consistencia oleosa, incoloro e inodoro, compuesto de azufre, hidrógeno y oxígeno.
Ácido tartárico	Sólido blanco, cristalino y soluble en agua. Se obtiene del tártaro, y tiene uso en medicina, tintorería y otras industrias.
Aleación	Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, obtenido de una fundición.
Alojamiento	Parte trasera de la vaina en forma cilíndrica en donde se alojará el fulminante.
Balística	Ciencia que estudia la trayectoria de los proyectiles.
Calibre	Diámetro interior de las armas de fuego y del proyectil.
Carbonización	Acción de reducir partes de un cuerpo a carbón.
Cartucho	Carga de pólvora y municiones, correspondiente a cada tiro de algún arma de fuego, encerrada en un tubo metálico, para cargar de una vez.

Corrosión	Destrucción paulatina de los cuerpos metálicos por acción de agentes externos, persista o no su forma.
Culote	Parte que algunos proyectiles tienen en el sitio opuesto a la boca de la espoleta, con diversos fines.
Ergonomía	Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina.
Excentricidad	Distancia entre el centro geométrico de una pieza y su centro de giro.
Granza de café	Cáscara del grano de café.
Hendidura	Corte en una superficie o en un cuerpo sólido cuando no llega a dividirlo del todo.
Lingote	Masa sólida que se obtiene vaciando el metal líquido en un molde.
Matriz	Molde de acero con que se da forma a diversos componentes.
Ojiva	Parte delantera o superior del proyectil, cuyo corte longitudinal tiene la forma correspondiente a su propio nombre.

Punzón	Instrumento de acero, de forma cilíndrica, que en la boca tiene de realce una forma, la cual, hincada por presión, queda impresa en el material.
Ralladura	Surco que deja el rallo en la parte por donde ha pasado.
Rebaba	Porción de materia sobrante que sobresale irregularmente en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.
Rechupe	Término común utilizado para nombrar el fenómeno de cuando se enfría bruscamente el plomo fundido con agua, queda una marca hundida en un extremo.
Rectitud	Cualidad de recto, que no se inclina ni hace curvas o ángulos.
Tabique	División plana y delgada que separa al alojamiento del espacio dentro de la vaina.
Tolerancia	Máxima diferencia que se tolera o admite entre el valor nominal y el valor real o efectivo en las dimensiones de los componentes.
Trozo	Parte de la barra de cobre, que se corta a dimensiones específicas.

Tumbaga

Liga metálica muy dúctil, compuesta de cobre y zinc, que se emplea para la fabricación de la camisa de la bala.

Utillaje

Componente o herramienta de una máquina.

RESUMEN

Al inicio del presente Manual de Procesos, se hace un estudio completo a los procedimientos de la fabricación de cartuchos, para determinar los tipos de riesgo que se encuentran en la Planta de Producción, comprobando que existen riesgos físicos, químicos y ergonómicos y al analizar como mitigarlos por medio de una implementación de medidas de seguridad, mantenimientos preventivos, señalización y el equipo de protección adecuado; como el uso de casco, lentes, guantes y orejeras. Se desarrollan técnicas que se deben seguir al momento de identificar los riesgos definiendo la estructura de un plan de emergencia y el plan de mitigación de riesgo.

El Manual mostrará la actualización en los procedimientos de fabricación de cartuchos, guiando paso a paso los procesos y clasificándolos en tres partes, que son la fabricación de vainas, fabricación de balas y carga y encartuchado, en la primera se tratará de las operaciones realizadas en el Taller de Componentes y Diseño para la fabricación de la vaina, empezando desde la materia prima que son barras de latón con 70% de cobre y 30% de zinc, trabajada en varias operaciones, como: estirados, cortes, recocidos, decapados, abrillantados, torneados, estampados y extrusiones hasta obtener la forma final de la vaina, detallando en cada proceso las instrucciones de fabricación y las especificaciones con las que debe de obtenerse los componentes.

En la parte de fabricación de la bala se incluyen todos los procesos y operaciones que se realizan para su producción, comenzando desde la fundición del plomo y antimonio como materias primas, siguiendo con la

elaboración del hilo de plomo a un diámetro específico y luego el estampado del núcleo de plomo continuando con la elaboración de la camisa de bandas de tumbaga, que es una aleación de latón con 97.5% de cobre y 2.5% de zinc, para concluir con la forma final de la bala, tomando en cuenta las especificaciones técnicas y normas de fabricación.

En la tercera parte de la fabricación de cartuchos calibre 5.56 mm se tratarán los procedimientos que se realizan para carga y encartuchado, como la inserción del fulminante, dosificación de pólvora, encartuchado y engarce de la bala, embalajes de los cartuchos terminados y pruebas balísticas considerando las medidas de control de calidad para obtener un cartucho terminado que cumpla con las normas internacionales de fabricación.

ABSTRACT

At the beginning of this manual process, it is a complete study Proceedings of the manufacture of cartridges, to determine the types of risk are in the production plant, making sure that there are physical, chemical, ergonomic and analyzed as mitigated through an implementation of security measures, preventive maintenance, signage and proper protective equipment such as helmet, goggles, gloves and earmuffs. Techniques are developed to be followed when identifying risks defining the structure of an emergency plan and risk mitigation plan.

The Handbook shows the upgrade in the manufacturing processes Cartridge, guided step by step processes and classifying them into three parts, namely the manufacture of sheaths, Manufacture of Load and Cartridge Bullets, the first will seek operations in Workshop Components and Design for Manufacturing Sheath, starting from the raw materials are brass rods with 70% copper and 30% zinc, worked in various operations, such as stretched, cut, annealed, pickled, polished , turnings, stampings and extrusions to get the final shape of the sheath, detailing in each manufacturing process instructions and specifications with which components should be obtained.

In the Bullet Manufacturing includes all processes and operations that are performed to produce, starting from the smelting of lead and antimony as raw materials, along with the development of lead wire to a specific diameter and then the pattern Lead core continuing the development of the tumbaga bands, a brass alloy with 97.5% copper and 2.5% zinc, concluding with the final shape of the bullet, taking into account the technical and manufacturing standards.

In the third part of the manufacture of 5.56 mm caliber cartridges were treated the procedures to be performed to Load and Cartridge such as the insertion of explosive, powder dosing, cartridge and crimp the bullet cartridge packaging and testing ballistic completed recital the quality control measures for a complete cartridge that meets international manufacturing standards.

OBJETIVOS

Generales

- ♦ Analizar el equipo utilizado en cada proceso de fabricación y verificar que cumpla con las medidas de control de calidad y especificaciones técnicas, para obtener un rendimiento óptimo en los procesos de elaboración de cartuchos de la Industria Militar Guatemalteca IMG calibre 5.56 mm.

Específicos

1. Crear un Manual de Procesos que sirva de guía, que contenga las especificaciones técnicas actualizadas y el sistema de control vigente empleado en la línea de fabricación de cartuchos IMG.
2. Examinar los procesos de fabricación realizados, en la institución, considerando los equipos y utillaje que se aplican para la elaboración del cartucho IMG calibre 5.56 mm.
3. Integrar los tres criterios en los que se rige la fabricación de cartuchos IMG que son diseño y producción, elaboración de utillaje y control de calidad.

4. Realizar el estudio de la Planta de Producción para determinar los tipos de riesgo que se encuentran en ella.
5. Elaborar una lista de riesgos que existen en la Planta de Producción y crear un plan para mitigarlos.
6. Capacitar al personal encargado de los procesos de fabricación para lograr una reacomodación al nuevo Manual y darle el uso adecuado según especificaciones y procedimientos del mismo.

INTRODUCCIÓN

En la Fábrica de Municiones del Ejército de Guatemala, ubicada en Cobán, Alta Verapaz, se desarrolla una actualización de los procesos productivos y especificaciones técnicas de la fabricación de cartucho calibre 5.56 mm.

El presente trabajo consta de tres capítulos, en el primero se tratarán las generalidades de la institución y los conceptos básicos de los cuales se fundamentará la actualización de procedimientos del manual de fabricación.

En el segundo capítulo se incluye el análisis de riesgo del equipo, instalaciones y personal que ocupan el Departamento de Producción y talleres involucrados en la Fábrica de Municiones del Ejército y sus propuestas de mitigación, llegando a investigar a fondo los tipos de riesgo existentes para elaborar un plan de mitigación de los mismos.

En el tercer capítulo se describirán las operaciones y etapas de fabricación del manual actualizado de los procedimientos de fabricación, donde se detallarán las modificaciones necesarias para la buena práctica y operación del equipo logrando así un mejor rendimiento en toda la Planta de Producción de cartuchos, tomando en cuenta todas las especificaciones y el control de calidad durante todos los diferentes procesos.

1. GENERALIDADES

1.1 Generalidades de la Fábrica de Municiones, Cobán, Alta Verapaz

1.1.1 Aspectos generales

La creación de la Industria Militar Guatemalteca IMG, con sus diversas actividades y específicamente de la Fabricación de Municiones del Ejército, representa para el país, un avance notable en el campo militar, social, económico y político, porque además de alcanzar un nivel más de profesionalización en el proceso genera fuentes de trabajo.

Desde que la Fábrica de Municiones inició operaciones en la línea de fabricación de cartucho calibre 5.56 mm, los cuales llenan los requisitos de calidad internacionalmente conocidas, el Ejército de Guatemala ya no depende del abastecimiento de municiones adquiridas en el extranjero.

A la fecha la Fábrica de Municiones del Ejército ha producido un total de 84.880,634 cartuchos calibre 5.56 mm.

La capacidad teórica instalada es para producir diez millones de cartuchos calibre 5.56 mm al año.

1.1.2 Reseña histórica

En 1979, el alto mando del Ejército de Guatemala, instruyó para que se efectuaran los estudios de factibilidad con el propósito de montar una Fábrica

de Municiones de pequeño calibre que cubriera las necesidades de las unidades, tanto para entrenamiento como para operaciones de combate.

A partir de ese momento y bajo la dirección de un oficial superior, se desarrollaron las sucesivas etapas necesarias para llevar a la realidad el proyecto.

En noviembre de 1981 fue nombrado un grupo de oficiales para que conformaran el equipo de trabajo que tendría la responsabilidad de desarrollar las bases operativas, técnicas y administrativas de la futura Fábrica de Municiones del Ejército, así nació la nominación del proyecto CINCO (Complejo Industrial de Cobán) que identificaría la actividad hasta la creación oficial de la Fábrica de Municiones del Ejército y cabeza de la Industria Militar Guatemalteca. Una vez seleccionados ocho oficiales de carrera, cuatro oficiales asimilados y veintisiete especialistas, se trasladaron a Europa con el fin de especializarse en la fabricación de munición de pequeño calibre.

Concluida la especialización y con la infraestructura terminada, todo el personal se situó en Cobán, Alta Verapaz; para proceder al montaje de la maquinaria y equipo en las instalaciones construidas para tal efecto.

Los edificios que albergan la maquinaria, equipo y personal fueron construidos para satisfacer la dinámica operativa de una planta fabril y están dotados de las comodidades y servicios indispensables para facilitar un alto índice de productividad.

La Fábrica de Municiones del Ejército es pionera de la Industria Militar de Guatemala y fue creada como una Dependencia Auxiliar y Especial del Ministerio de la Defensa Nacional, según Decreto Número 72-90 del Congreso

de la República, Ley Constitutiva del Ejército de Guatemala, Capítulo XII Artículo 36, siendo oficialmente fundada el 19 de julio de 1983, a través del Decreto Ley número 81-83, iniciando su producción en el mes de noviembre de 1,983.

1.1.3 Actividades y productos

El producto principal producido es el cartucho IMG calibre 5.56 mm usado por las unidades orgánicas del Ejército de Guatemala.

También cuenta con otros servicios y proyectos como lo son: diseño y fabricación de bala para francotirador, grabado en bajo relieve, cromado duro de piezas pequeñas, fabricación de piezas en diferentes metales, tratamiento térmico de metales, electro-erosionado de piezas finas, elaboración y venta de hilo de plomo de 9 décimas a 9 mm, manejo sustentable y sostenible del recurso forestal y protección de la fauna por medio de la crianza de venado de cola blanca. Existen otros proyectos de producción que se encuentran en fase de investigación, siendo estos: fabricación de bala menos letal y munición de fogeo.

1.1.4 Misión y visión

La fábrica de municiones para cumplir su lema “Hacemos el máximo esfuerzo para fabricar la munición más segura y de alta calidad” ha llegado a determinar su estrategia formulando su misión y visión descritas a continuación.

1.1.4.1 Misión

La producción de municiones de pequeño calibre para mantener un abastecimiento continuo a las unidades orgánicas del Ejército de Guatemala, cumpliendo con los estándares internacionales de calidad.

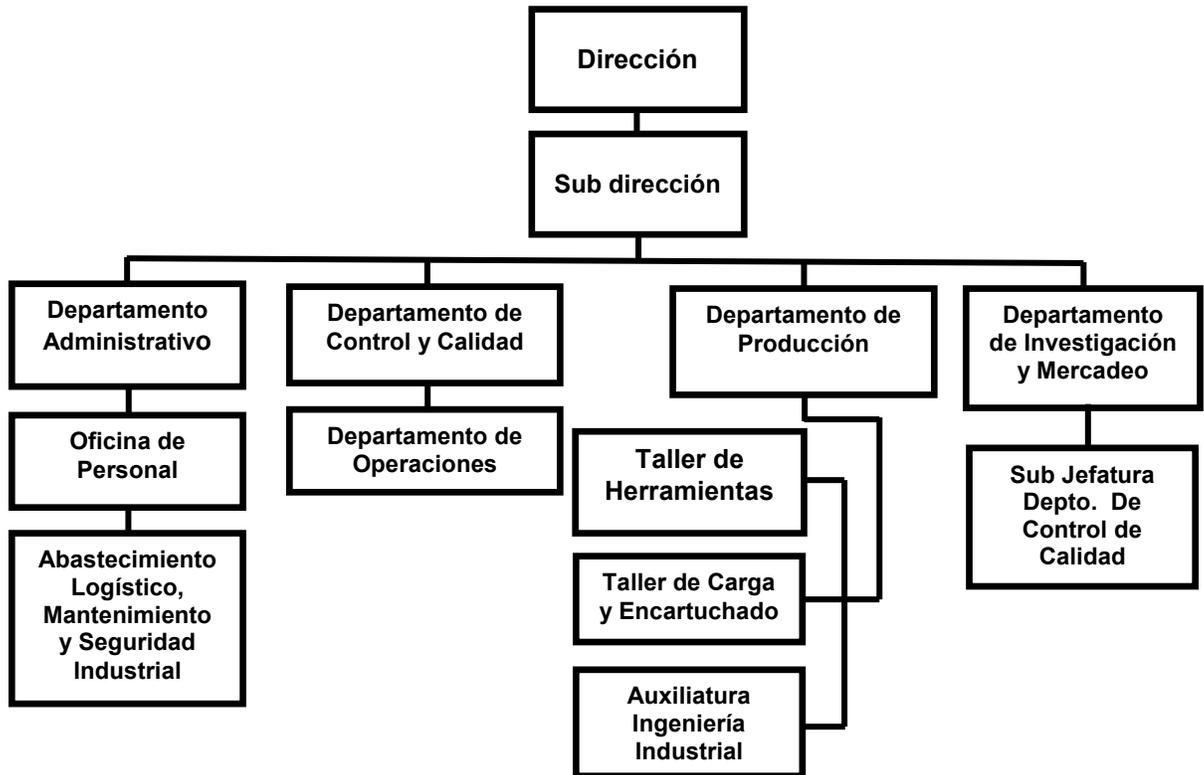
1.1.4.2 Visión

Ser una industria regional altamente competitiva en la producción de munición de diversos calibres para el abastecimiento del Ejército de Guatemala y su comercialización con entidades de seguridad nacionales e internacionales.

1.1.5 Estructura organizacional

Para el cumplimiento de su función tanto en la administración como en la producción. La estructura organizacional es ordenada y estricta ya que se respeta la escala jerárquica descrita en la Ley Constitutiva del Ejército de Guatemala. La fábrica de municiones se organiza con la siguiente estructura:

Figura 1. Organigrama de la Fábrica de Municiones

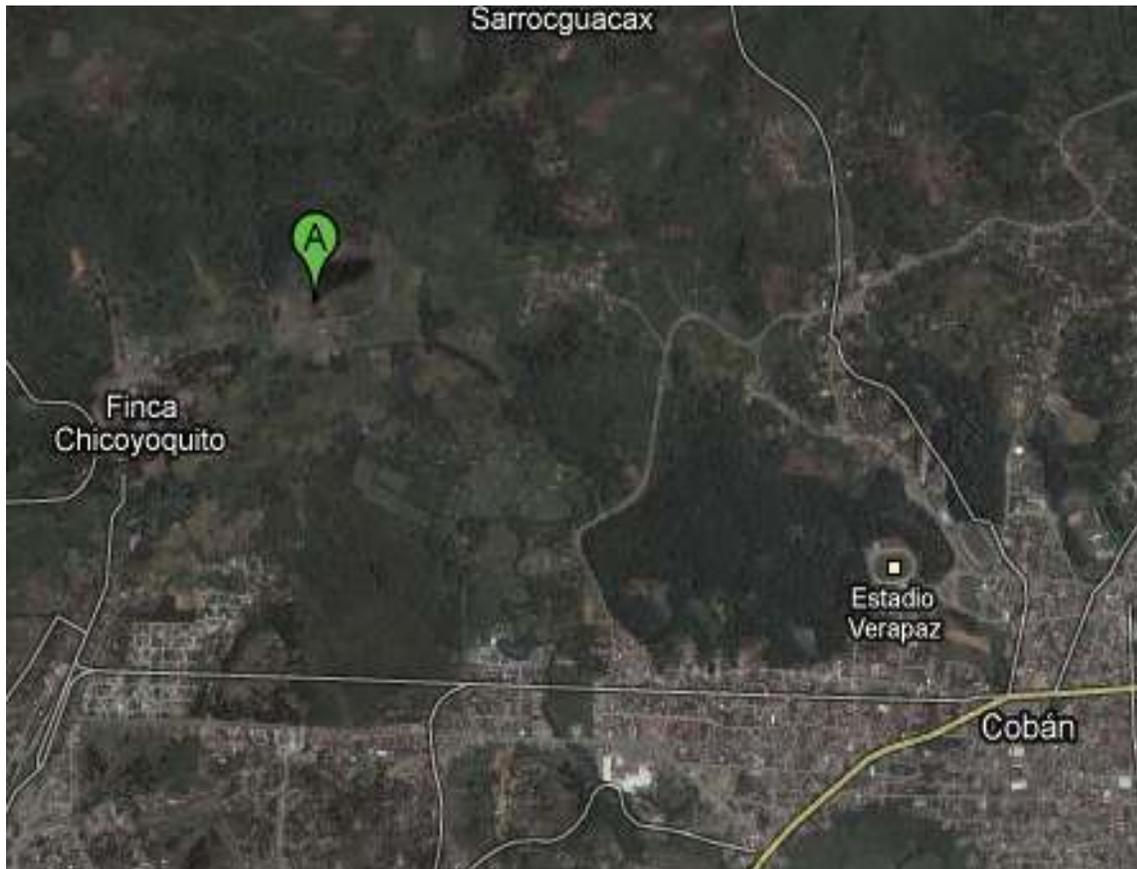


Fuente: Oficina de Personal, Departamento Administrativo 2010

1.1.6 Ubicación

La Fábrica de Municiones del Ejército se localiza en Cobán, cabecera del departamento de Alta Verapaz; en la Finca Chicoyou a dos kilómetros del parque central.

Figura 2. Mapa de ubicación de la Fábrica de Municiones



Fuente: Google Earth Maps, Derechos Reservados 2010

1.1.7 Planta de Producción

El Departamento de Producción está integrado por cuatro talleres que son: taller de Componentes y Diseño, taller de Fabricación de Herramientas y Utillajes, taller de Carga y Encartuchado y Departamento de Control de Calidad. Es en estos talleres los que se encargan de los procesos de fabricación del cartucho calibre 5.56 mm, cumpliendo con las especificaciones técnicas y normas internacionales en cada operación realizada.

1.2 Conceptos generales

1.2.1 Definiciones del cartucho

Cuerpo compacto y unitario que reúne todos los elementos necesarios para producir un disparo en un arma de fuego. Constituido por un recipiente metálico o plástico llamado vaina, la bala, la pólvora y el fulminante.

Es del tamaño apropiado para ajustarse a la cámara de ignición de un arma de fuego. Un cartucho sin bala es un cartucho de foguero.

1.2.1.1 Características generales

La vaina está fabricada de una barra especial de latón con un 70% de cobre y 30% de zinc. Con alojamiento tipo BOXER.

La bala está formada por una camisa de banda de tumbaga 90% de cobre y 10% de zinc, con núcleo de plomo con 2.5 % de antimonio.

El fulminante es tipo BOXER de latón 72/28 con mezcla iniciadora no corrosiva y no mercurica.

1.2.1.2 Definición vaina

Se refiere a una pieza generalmente de acero, bronce o plástico, con forma tubular, que está mecanizada en su interior y exterior y tiene una tolerancia ajustada para insertarle la bala y cargarla con pólvora.

Existen vainas que tienen unas tolerancias muy ajustadas, tanto en sus dimensiones exteriores como interiores; si es así, se procede a cambiarles sus propiedades de dureza con un proceso adecuado de tratamiento térmico y luego ajustar sus especificaciones por medio de procesos de rectificado o calibrado mediante presas mecánicas cuando son fabricadas por procesos de sinterización.

1.2.1.3 Definición bala

El termino bala proviene del francés “balle”, que se refiere a un proyectil de forma esférica o cilíndrica ojival, que suele estar hecho de plomo o hierro. Como proyectil las balas forman parte de las municiones, es decir, los suministros necesarios para accionar un arma de fuego. La materia más común para impulsar las balas o municiones es la pólvora.

1.2.1.4 Características cartucho 5.56 mm

El peso de la bala es de 3.56 gr y el del cartucho 11.80 gr con un largo total del cartucho de 57.404 mm.

La velocidad alcanzada a 4.57 m a partir de la boca del cañón de prueba es de 990 m/s soportando una presión máxima de 52,000 psi.

1.2.1.5 Definición fulminante

El fulminante es una pequeña carga de un elemento químico sensible a los impactos que se puede encontrar en el centro o en el borde de la parte posterior del cartucho.

1.2.2 Definiciones de procesos

1.2.2.1 Abrillantado

Elimina residuos, trazas de aceite y da el aspecto adecuado a las balas, vainas y al núcleo de plomo, por medio de contacto con la granza de café o cuero.

1.2.2.2 Cabeceado

Forma que se le da al culote de la vaina con el fin de asegurar un grado de dureza capaz de soportar la presión que se ejerce en el momento del disparo.

1.2.2.3 Calibración

Proceso para el hilo de plomo que luego de ser fabricado; pasa por una matriz dándole un diámetro específico en toda su longitud.

1.2.2.4 Corte

Proceso importante, muy común en muchos equipos que sirve para dar las dimensiones requeridas a la vaina o bala, utilizando cuchillas o matrices de corte, este deberá ser limpio y preciso.

1.2.2.5 Conificado

Crear en la boca de la vaina la forma de un cono con el propósito de alojar la bala y disminuir el diámetro de la vaina.

1.2.2.6 Decapado

Es un proceso químico mediante el cual se limpian las superficies de los componentes, eliminando residuos de carbón e impurezas, productos del recocido.

1.2.2.7 Desengrase

Procesos que se llevan a cabo después de cada maquinado con el objeto de eliminar trazas de jabón, refrigerante o aceite y así evitar afectar los procesos posteriores.

1.2.2.8 Embobinado

Es el proceso donde se enrolla el hilo de plomo, en carretes de madera, llegando a enrollar cierta longitud y orden, para el almacenamiento o uso del mismo.

1.2.2.9 Embutición

Procesos con un punzón y/o matriz que ejercen una fuerza al material para darle una forma deseada para la fabricación de la bala o vaina.

1.2.2.10 Encartuchado

Proceso que se lleva al ensamblar la vaina, fulminante, laca, pólvora y así obtener el cartucho terminado.

1.2.2.11 Estampado

Forma que se le da al plomo a través de una matriz siendo de las dimensiones correctas para la formación de la bala.

1.2.2.12 Estirado

Operación que por medio de un punzón y matrices se le da un estirado a la copa para la vaina, alargando a cierta longitud y con cierto diámetro.

1.2.2.13 Extrusión

Es moldear el material por una compresión, haciéndolo pasar por una matriz, para darle la forma deseada.

1.2.2.14 Fundición

Fundir los materiales o elementos a grandes temperaturas, para volverlos en estado líquido y así llevarlos a moldes para su solidificación y uso.

1.2.2.15 Golleteado

Dar forma al cuello de la vaina a través de punzón y matrices, determinando el diámetro de acuerdo al calibre de la bala.

1.2.2.16 Marcado

Es cuando se estampan las distinciones de fabricación del cartucho, como calibre y año de producción.

1.2.2.17 Recocido

Tratamiento térmico, hecho en hornos de inducción, con el objeto de modificar la estructura molecular del latón de acuerdo al perfil de dureza vickers.

1.2.2.18 Torneado

Cortar circularmente el material en el culote de la vaina, con el objeto de asegurar la extracción de la vaina después del disparo del cartucho.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1 Análisis de riesgos en la Fábrica de Municiones

Los análisis de riesgos son realizados en la Fábrica de Municiones para estudiar, evaluar, medir y prevenir los fallos y las averías de los sistemas técnicos y de los procedimientos operativos que pueden iniciar y desencadenar sucesos no deseados, conocidos como accidentes, que afecten a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Las amenazas se pueden convertir en realidad a través de fallas de seguridad, que conocemos como vulnerabilidades y que deberán ser eliminadas al máximo para que el ambiente que se desea proteger esté libre de riesgos de incidentes de seguridad.

Por lo tanto, la relación entre amenaza-incidente-impacto es la condición principal a tomar en cuenta en el momento de priorizar acciones de seguridad para la corrección de los activos que se desean proteger y deberán ser siempre considerados cuando se realiza un análisis de riesgos.

2.1.1 Tipos de riesgo

Existen cuatro tipos de riesgo: físico, químico, biológico y ergonómico, en los cuales una persona pueda estar expuesto en su ambiente laboral, que puedan ocasionarle algún accidente.

Tabla I. Tipos de Riesgo y ejemplos

RIESGO	EJEMPLO	VÍA DE ENTRADA
Físico	Ruido, iluminación, ventilación y vibraciones	Tacto, visual y auditivo
Químico	Gases, polvos y nieblas	Tacto, Respiratorios y digestivos.
Biológico	Insectos y hongos	Tacto, Respiratorios y digestivos
Ergonómico	Mal diseño, operaciones y condiciones inadecuadas	Tacto

Fuente: Curso de Seguridad Industrial, Escuela de Mecánica Industrial

2.1.1.1 Riesgos físicos

2.1.1.1.1 Ruido

Perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico. El ruido es un sonido indeseable, en forma de energía en el aire, vibraciones invisibles que pueden conducirse a través de sólidos, líquidos y gases, que entran al oído y crean una sensación.

A causa del ruido existe el riesgo de un trauma sonoro, producido por la exposición prolongada a niveles elevados de presión sonora.

2.1.1.1.2 Ventilación

Consiste en producir corrientes de aire que permitan eliminar contaminantes en la atmósfera del trabajador y así prevenir enfermedades

2.1.1.1.3 Temperatura

Se presenta como baja y alta:

- a) Temperatura baja: el principal efecto es la hipotermia que es la disminución de la temperatura del cuerpo.

- b) Temperatura alta: su principal efecto es por estar sometido a estrés o calores dentro de un área laboral.

Barotrauma: daño a los tejidos por la expansión o contracción de los espacios intercelulares que se puede producir durante la compresión o descompresión atmosférica.

2.1.1.1.4 Vibraciones

Se dice que todo cuerpo vibra cuando realiza un movimiento oscilante respecto a su posición inicial. El número de veces que el cuerpo oscile de un lugar a otro en una unidad de tiempo se denomina frecuencia y se mide en hertz "Hz".

Las tres formas de vibraciones son:

- a) Vibraciones transmitidas a todo el cuerpo mediante un cuerpo inmerso.
- b) Vibraciones transmitidas a todo el cuerpo por medio de una superficie.
- c) Vibraciones aplicadas a zonas particulares del cuerpo.

El mayor efecto que pueden ocasionar las vibraciones, se observa en algunos órganos o sistemas del cuerpo cuando están expuestos a las mismas debido a determinadas frecuencias y está relacionado con la frecuencia de resonancia de esos órganos, lo que potencia el efecto de la vibración. Los efectos más significativos que las vibraciones producen en el cuerpo humano son de tipo vascular, osteomuscular y neurológico.

2.1.1.1.5 Iluminación

- a) Flujo luminoso: cantidad de luz que nos ayuda a ver las fuentes de origen que reflejan los objetos. La unidad de flujo luminoso es el lumen.
- b) Iluminación: flujo luminoso que incide por unidad de superficie. Se mide en luxes.

2.1.1.2 Riesgos químicos

Los agentes químicos son aquellos que son utilizados en los procesos y que entran en contacto con las personas que trabajan en las áreas en donde se utilizan los mismos, los agentes químicos afectan, principalmente, las vías respiratorias, es decir, a la exposición por inhalación. Esto debido a la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador.

Los agentes químicos al manipularlos de una forma inadecuada o al entrar en contacto con otros agentes pueden ocasionar accidentes como:

- a) **Explosividad:** capacidad de una sustancia para expandir sus moléculas en forma brusca y destructiva.

- b) **Inflamabilidad:** capacidad para producir combustión de sí misma con desprendimiento de calor.
- c) **Toxicidad:** es la capacidad de una sustancia para producir daños a la salud de las personas que están en contacto con ella.
- d) **Reactividad:** capacidad de una sustancia para combinarse con otra y producir un compuesto de alto riesgo (inflamable, explosivo, tóxico o corrosivo).

Clasificación de sustancias tóxicas:

- Según su estado físico: los cuatro descritos anteriormente.
- Según la vía de entrada.
- Según su toxicidad.
- Según su estructura química.
- Según sus efectos en el organismo.

2.1.1.3 Riesgos biológicos

Los agentes biológicos son microorganismos u otros seres vivos que pueden producir enfermedades infecciosas a los trabajadores, como resultado del contacto con estos en el centro de trabajo.

Los principales agentes biológicos son los siguientes:

- a) **Bacterias:** son seres microscópicos vivos formados por una sola célula que se encuentran en todos los medios donde vive el hombre. La única forma de que una bacteria nos pueda hacer daño, es que, al reproducirse rápidamente, el número de bacterias sea mayor que el número de

defensas del organismo. La peligrosidad de las bacterias se llama virulencia y depende de su capacidad de reproducción y de la temperatura a la que se reproduce más rápidamente.

- b) **Virus:** son organismos más pequeños que las bacterias y sabemos muy poco acerca de ellos. Incluso, no podemos determinar si pertenecen al reino vegetal o al reino animal. Lo que sí se sabe es que no pueden vivir por sí solos. Requieren de introducirse dentro de una célula para poder vivir y reproducirse. La célula, en lugar de producir otras células similares a ella, produce virus. Estos virus salen de la célula y cada uno de los nuevos se encarga de otra célula y, así, sucesivamente.

- c) **Hongos:** son vegetales más evolucionados que la bacterias y pueden ser unicelulares o multicelulares. Una diferencia importante de los hongos, respecto a las bacterias, es que se reproducen por medio de las llamadas esporas. Estas son células cubiertas de una capa protectora muy resistente, de tal manera que la única forma de eliminarlas es elevando las temperatura a 100 grados centígrados o más.

La mayoría de los hongos requieren de bastante humedad y cuando ingresan al organismo, también, actúan como las bacterias.

- d) **Parásitos (protozoarios y helmintos o lombrices):** son seres unicelulares que tienen la particularidad de que se pueden enquistar o sea; forman una capa protectora, similar a las esporas de los hongos y así evitar que las defensas del cuerpo humano los destruyan. Los protozoarios invaden la pared del intestino y se pasan de ahí a la sangre, donde se reproducen, ocasionan lesiones en órganos como el hígado y el cerebro.

2.1.1.4 Riesgos ergonómicos

En general, estos riesgos se relacionan con la manera en que el trabajador opera maquinaria o realiza las tareas. Cada maquinaria o tarea requiere de un movimiento específico para que se realice de manera segura. Para esto se necesita un estudio sobre el manejo de la maquinaria que opera el personal, siendo de mucha ayuda para estos casos la antropometría: ciencia que estudia las medidas, formas, dimensiones y alcance de los movimientos asociados del cuerpo humano con el fin de establecer diferencias entre los individuos o grupos.

Clasificación de los movimientos:

- De posición: cómo manejar al volante de un carro.
- De manipulación: manejo de herramientas o mecanismos de control.
- Repetitivos: una y otra vez, como un desarmador.
- De secuencia.
- Reajuste estático: ausencia de movimiento que consiste en mantener la posición específica de un miembro del cuerpo.

2.1.2 Tipos de riesgo en la Planta de Producción

En la planta de producción de la Fábrica de Municiones, que consta de los talleres de Carga y Encartuchado, Diseño de Componentes y Herramientas, se tienen diversos riesgos para los trabajadores y los bienes, aunque la mayoría están controlados por Normas de Seguridad estrictas como en el caso del taller de Carga y Encartuchado, que por su criticidad tiene un normativo especial único.

2.1.2.1 Riesgos físicos

Los riesgos físicos, que afectan en los talleres son el ruido, ventilación y temperaturas altas.

- a) **Ruido:** al momento en que los equipos se encuentran trabajando al mismo tiempo el ruido ejercido por el movimiento de los componentes y partes móviles del equipo; promedia entre 85 y 100 dbA siendo el riesgo más común en la fábrica y puede ocasionar pérdida a la audición, debido a que los niveles excesivos lesionan ciertas terminaciones nerviosas del oído. Por lo que la mayoría de especialistas está expuesta a este riesgo es de importancia tomar medidas de seguridad, como el uso de tapones auditivos u orejeras para mitigar el ruido.

Existen, no obstante, otros efectos del ruido, además de la pérdida de audición. La exposición a ruido puede provocar trastornos respiratorios, cardiovasculares, digestivos o visuales. Además, el ruido puede llegar a ocasionar trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio, disminuye el nivel de atención y aumenta el tiempo de reacción del individuo frente a estímulos diversos, lo que puede llegar a ocasionar accidentes.

El riesgo de pérdida auditiva empieza a ser significativo, a partir de un nivel equivalente diario de 85 dbA, suponiendo varios años de exposición. El ruido se mide a través de los decibelios (dbA) el cual es una unidad en la que se mide el nivel de ruido en la escala de ponderación A, mediante la cual, el sonido que recibe el aparato medidor o sonómetro, es filtrado de forma parecida a como lo hace el oído humano.

b) **Ventilación:** la renovación del aire en los talleres de Diseño de Componentes y Carga y Encartuchado es muy importante y necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana y de las impurezas y partículas de las áreas de trabajo, tales como: partículas de plomo y otros metales, ácidos sulfúrico y tartárico, olores de los detergentes industriales, vapores de plomo y la posibilidad de partículas de pólvora en el aire. La ventilación ayuda a cambiar el aire contaminado por aire limpio y fresco.

La ventilación en los talleres proviene naturalmente, por medio de puertas y ventanas que se encuentran abiertas en las horas de trabajo.

c) **Temperaturas altas:** los encargados del área de fundición de plomo y antimonio y de los hornos de inducción en el área de tratamientos térmicos, son los que se encuentran más expuestos a este riesgo ya que las temperaturas que se trabajan ascienden a los 500 °C. Aunque no se han reportado accidentes por quemaduras mayores, si han habido una cantidad significativa de sucesos por quemaduras menores que causan dolor e incapacitan a la persona a seguir con su labor en un corto plazo de horas o días, causando también cicatrices.

d) **Vibraciones:** la exposición a vibraciones en la planta de producción es cuando se maneja el equipo y solo el operador es afectado, aunque la frecuencia del movimiento oscilatorio y de su intensidad no son tan grandes, si pueden causar sensaciones que van desde la incomodidad del manejo de la operación hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia con la ejecución de ciertas tareas como la lectura, la pérdida de precisión al ejecutar movimientos o la pérdida de rendimiento debido a la fatiga.

2.1.2.2 Riesgos químicos

- a) **Sustancias tóxicas:** el mal manejo del plomo es un alto riesgo para los operadores del taller de Diseño de Componentes, ya que están expuestos directamente al plomo, ya sea por medio de partículas en el medio ambiente y por los componentes hechos de plomo, aunque todos cuentan con su equipo de seguridad no todos lo utilizan adecuadamente, habiendo causado que varias personas tengan altos índices de plomo en la sangre y la vulnerabilidad a que otros se contaminen. Por la criticidad del envenenamiento de plomo, ya se están tomando medidas más estrictas y serías.

Los efectos que puede causar la contaminación del plomo son:

- Daños severos al cerebro (encefalopatía)
- Dolores de cabeza
- Problemas de concentración y de memoria
- Dificultades con el sueño
- Cambios de carácter repentinos
- Anemia
- Dolor de estómago, estreñimiento, diarrea y falta o pérdida de apetito
- Problemas en el sistema nervioso; reducción de glóbulos rojos
- Problemas en el sistema reproductivo en los hombres
- Daños a los riñones
- Los reflejos se vuelven lentos
- Incremento de la presión sanguínea

Estos efectos son adaptados según ATSDR, Toxicological Profile for Lead (1989).

Otras sustancias tóxicas son los detergentes industriales y ácidos que se utilizan en los procesos de lavado y desengrase, que pueden causar daños a la piel y ojos de la persona que los manipule y en caso de ingerir o inhalar alguna de estas sustancias pueden provocar envenenamiento y destrucción de los tractos digestivos.

- b) **Agentes inflamables:** como en el caso de la pólvora que es altamente inflamable, el riesgo es alto para los bienes y personas de la fábrica de municiones ya que puede ocasionar una explosión e incendio al momento de un accidente, nunca se han reportado problemas con la pólvora de ningún tipo ya que las medidas de seguridad que se toman para su manejo y almacenamiento son respetadas y estrictas teniendo el equipo adecuado y un área con puertas, ventanas, pisos y techo antiestáticos donde se manipula la pólvora y cumple con las normas de seguridad y fabricación el recinto en donde se almacena.

También se encuentra un tanque a presión de gas propano, existiendo el riesgo de explosión, fuga o incendio, aunque este se encuentra alejado de los talleres y no se tienen ningún accidente reportado con el mismo.

2.1.2.1 Riesgos ergonómicos

Riesgos ergonómicos que están expuestos los especialistas son de posición del cuerpo, manejo del equipo y fuerza excesiva, muchas veces afectando los músculos, tendones y nervios. En general, estos problemas se observan cuando la persona hace el mismo movimiento repetidas veces o cuando opera la máquina o levanta cargas utilizando una mala posición del cuerpo.

Ciertas posiciones del cuerpo resultan en compresión y estiramiento de los músculos y tendones y resulta en fatiga muscular como también la aplicación de fuerza excesiva para mover o acarrear objetos.

2.1.3 Plan de mitigación de riesgo

Existen varias técnicas y medidas a tomar al momento de haber identificado los tipos de riesgo que se encuentran en la planta de producción de la Fábrica de Municiones, estas se les puede llamar Técnicas Operativas de Seguridad, para luego formular un plan que mitigue los riesgos en la planta y como actuar al momento de una emergencia.

2.1.3.1 Técnicas operativas de seguridad

Se definen como las acciones cuya misión está dirigida a la realización de las medidas prácticas (medidas correctivas) consideradas más adecuadas para cada riesgo estudiado.

Las técnicas operativas pueden aplicarse por medio de factores muy específicos y técnicos como son:

- Normas de seguridad,
- Mantenimiento preventivo,
- Dispositivos de protección,
- Señalización.

2.1.3.2 Estructura de un plan de emergencia

a. Identificación de los accidentes

Consiste en la realización de los estudios de riesgos necesarios para la identificación de las causas de accidentes y la gravedad de las consecuencias. Para ello hay que realizar el análisis de riesgos adecuado y la valoración de las consecuencias de los mismos.

b. Procedimientos de actuación

Consiste en la definición de las normas generales que deberán emplearse en caso de emergencia, considerando los casos siguientes como mínimo:

- Incendio
- Explosión
- Fuga de gases tóxicos, irritantes o corrosivos
- Vertido incontrolado de productos peligrosos

c. Dirección de la emergencia

Consiste en definir la persona o personas que dirigirán las actuaciones de emergencia en el interior del establecimiento afectado. Hay que definir también la cadena de mando operativa durante una emergencia y las personas que forman parte de esta estructura organizativa.

d. Operatividad

Acciones o actuaciones que deben realizar cada grupo de personas involucradas en la organización de una emergencia. Se definen grupos de personas encargadas de cada actuación concreta.

e. Interface con el plan de emergencia exterior

Se definen los procedimientos de llamada, activación y notificación que requiere un accidente grave, para los que se necesita de una planificación exterior.

f. Fin de la emergencia

Actuaciones necesarias cuando se declare el fin de la emergencia.

g. Inventario de medios disponibles

Conjunto de todos los medios materiales y humanos de que dispone la empresa.

h. Mantenimiento de la operatividad

Conjunto de programas de conocimientos del personal, adiestramiento, revisiones, ejercicios de simulacros, etc. que se requieren para que el plan de emergencia interior esté plenamente operativo en cualquier momento.

2.1.3.3 Normas y medidas de seguridad

En la Fábrica de Municiones se establecen diferentes medidas de seguridad dependiendo del taller o área en el que se encuentren, ya que se manejan diferentes materias primas y equipo, se deberá contar con unas medidas de seguridad estrictas para mitigar cualquier tipo de riesgo, por lo que en base al análisis de riesgos que existen se han llegado a establecer ciertas medidas de seguridad generales, sin dejar de tomar en cuenta las normas ya existentes para cada taller que se han procedido a actualizar.

Entre las medidas de seguridad e higiene para los talleres de Herramientas, Diseño de Componentes y Carga y Encartuchado, se tienen:

- a. Utilizar su equipo de protección, para el manejo del equipo y toda maniobra que realice en los procesos.
- b. Tener precaución con el derrame de aceite o agua.
- c. Lavarse las manos con agua y jabón después de realizar su trabajo y antes de ingerir alimentos.
- d. No ingerir alimentos en el puesto de trabajo.
- e. Mantener limpio y ordenado su puesto de trabajo.
- f. Usar los pasillos al transitar, detrás de la línea amarilla.
- g. Precaución al manejar ácidos y detergentes industriales.
- h. Prohibido fumar dentro de las instalaciones.
- i. Apagar adecuadamente su máquina al finalizar labores.
- j. Desconectar todos los aparatos eléctricos.
- k. Dejar su producto en proceso en orden al finalizar el día.
- l. Tomar diariamente su dosis de leche.
- m. Usar obligatoriamente el uniforme o equipo especial de trabajo.
- n. Prevenir al trabajar con material explosivo.

- o. Prohibido el ingreso a personas ajenas al proceso de producción.
- p. Restringido el uso de aparatos electrónicos o que ocasionen estática.
- q. Visitantes dejar objetos metálicos o armas de fuego en las oficinas.
- r. Al momento de un accidente buscar por auxilio.
- s. Al sonar la alarma proceda con las medidas de evacuación y mantenga el juicio y calma.
- t. Usar los extintores apropiados al momento de un incendio.
- u. No dañar o destruir los resguardos y protecciones de las máquinas.
- v. No lubricar, limpiar o reparar máquinas en movimiento, a menos que sea absolutamente necesario y que se guarden todas las medidas de seguridad.
- w. No bromear o hacer juegos que pongan en peligro su vida, salud o integridad física o de sus compañeros.
- x. Preservar los avisos y advertencias sobre condiciones inseguras o insalubres.

En el área de fundición de materias primas y tratamientos térmicos:

- a. Utilizar en todo momento su equipo de protección para altas temperaturas.
- b. Al operar los hornos utilizar las gafas protectoras.
- c. Mantener la concentración debida a las operaciones a realizar.

2.1.3.4 Equipo de seguridad e higiene del personal

El equipo de seguridad adecuado que se deberá utilizar en el taller de Diseño de Componentes y taller de Herramientas, en base al análisis de riesgo, es el siguiente:

- a. Máscaras, mascarillas o caretas respiratorias, por la existencia de gases, vapores, polvo de plomo y otras emanaciones nocivas para la salud.

- b. Gafas y pantallas protectoras adecuadas, contra toda clase de proyección de partículas: Sólidas, líquidas y gaseosas, que puedan causar daño al operador.
- c. Cascos para toda clase de proyecciones violentas o posible caída de materiales pesados.
- d. Guantes y gabachas de cuero con calzado especial, para la protección del cuerpo contra las proyecciones, contaminaciones y contactos peligrosos existentes.
- e. Tapones auditivos y orejeras de protección.
- f. Guantes de látex y algodón para manipular ácidos y sustancias tóxicas.
- g. Cualquier otro elemento, dispositivo o prenda que pueda proteger al trabajador contra los riesgos propios de su trabajo.

Para el área de fundición de la materia prima, utilizar:

- a. Gafas y protectores especiales contra radiaciones luminosas o caloríficas peligrosas.
- b. Traje especial de asbesto para la protección de calor. Incluyendo guantes, gabacha y pantalón.
- c. Careta respiratoria especial, para contrarrestar las emanaciones de los vapores de plomo y antimonio.
- d. Botas industriales para la resistencia del calor.

Para el taller de Carga y Encartuchado, utilizar el siguiente equipo de protección:

- a. Traje antiestático para la manipulación de pólvora y cartuchos en el área de encartuchado.
- b. Guantes de algodón, para el embalaje de los cartuchos terminados.

- c. Botas industriales, al maniobrar objetos pesados.
- d. Guantes y gabacha de cuero al operar los equipos de carga y encartuchado.

2.1.3.5 Señalización óptica

La poca señalización existente dentro de las instalaciones de producción, no sigue ninguna norma, pudiendo alterar el resultado esperado en las personas a las que se dirigen, llegando a ocasionar confusiones y accidentes.

Por la carencia de señales de medidas de seguridad en las áreas de producción de la Fábrica de Municiones, se ha de proponer una señalización óptica visible y del tamaño adecuado; como señales de advertencia para sustancias tóxicas, explosivas, corrosivas e inflamables en el área de tratamientos químicos, térmicos y el taller de carga y encartuchado, señales de obligación; como el uso del equipo de protección en el taller de diseño de componentes y taller de herramientas y señales de prohibición de no encender fuego o fumar, no tocar, no entrar a las áreas restringidas del taller de carga y encartuchado y en los almacenes de cartuchos terminados.

Señalizar las rutas de socorro y evacuación, con pictogramas blancos sobre un fondo verde y la señalización de conducción hacia el punto de reunión en donde deberá llegar todo el personal ordenadamente y calmo según el taller y área en la que labora, sugiriendo por conveniencia y mejor ubicación el área verde detrás del edificio administrativo.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

3.1 Procesos anteriores a la actualización de la fabricación de municiones calibre 5.56 mm IMG

Los procesos de fabricación de cartuchos en la Fábrica de Municiones no se han actualizado desde el año 2000 lo que ha ocasionado que no se tenga un documento adecuado en que se puedan consultar todos los pasos y operaciones que lleva la elaboración de los componentes, no se contaba con las especificaciones y dimensiones según las normas que en se regían en ese momento y faltaban procedimientos que con el tiempo se fueron implementando en la producción.

El área de fundición de materia prima y elaboración del hilo de plomo es un ejemplo de donde no había ningún documento que ayudara o diera instrucciones a los operadores ni jefes, causando a veces que se pudieran variar los procedimientos dependiendo del operador o del jefe de taller, por lo que las normas y el control de calidad podría haber variado en el transcurso de los años.

Otro ejemplo es la forma en que se embalan y sellan las cajas de cartón con los cartuchos dentro y las cajas de madera del embalaje final, estos se han modificado según las necesidades de abastecimiento, almacenamiento y transporte del producto terminado.

Para que no exista ningún inconveniente o problema al momento de producir cartuchos calibre 5.56 mm en la Fábrica de Municiones, se han actualizado, diseñado y elaborado nuevos formatos de guía, consulta y

operaciones a seguir en un documento, que conjuntamente con los cuatro talleres, establece las especificaciones y dimensiones para los procesos de fabricación de componentes.

3.2 Proceso actualizado de fabricación de la vaina

3.2.1 Corte y estampado del trozo

Se deberá controlar el diámetro, peso y aspecto del trozo. En lo que se refiere a limpieza y lubricación, las barras deberán limpiarse bien y lubricarse copiosamente con aceite vegetal antes de ingresar al equipo una detrás de otra empujándose, sin parar la máquina. En el aspecto del trozo, se deberá notar los defectos como: malformación, rebabas, falta o exceso de peso y ralladuras. En caso de que exista un defecto aparente verificar el estado de la matriz y pulirla si es necesario, siempre y cuando este dentro de las tolerancias establecidas.

3.2.2 Desengrase del trozo

Esta operación tiene como objeto retirar la rebaba y la grasa para evitar la carbonización de esta última durante el recocido y dar al trozo un aspecto brillante a fin de facilitar la detección de cualquier defecto material. Los trozos que salen del tambor del equipo deberán tener un aspecto brillante y sin trazos de golpes o martilleo. Se utilizarán retazos de cuero o aserrín de madera dura no resinosa, para que no se le impregne al material.

3.2.3 Recocido del trozo

Para volver a cristalizar el material y disminuir la dureza de manera que el estirado pueda efectuarse en las mejores condiciones, se deberá recocer el

material, en un horno de inducción, en donde la temperatura y el tiempo dependerán del estado del material, el tamaño del grano y la dureza que se quiera obtener.

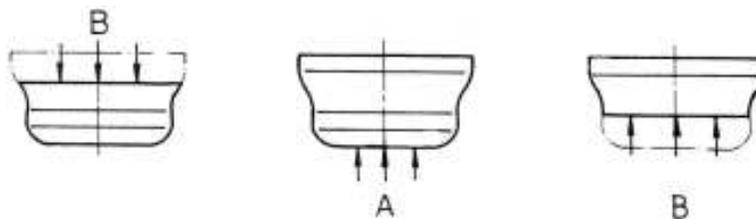
Para el mantenimiento del horno; el regulador de temperatura e instrumentos de control deberán verificarse regularmente. En caso de variación anormal de temperatura se procede a la limpieza de los anillos conectados a las líneas eléctricas y pirométricas.

3.2.4 Decapado del trozo

El decapado deberá realizarse inmediatamente después del recocido, recogiendo los elementos de preferencia de un elevador, transportándolos automáticamente hacia el distribuidor de la unidad de decapado. Donde se le harán los procesos de decapado a partir de ácido sulfúrico a 66 °B, después vendrá un enjuague con agua fluyente para regular la acidez de los componentes, pasando luego a un baño de agua caliente con detergente industrial y luego a la unidad de secado con temperatura mayor de 110 °C.

El aspecto del trozo deberá ser amarillo mate sin trazas de corrosión o de cobre, verificando que la dureza en el punto A y B sean las adecuadas con las especificaciones de control de calidad.

Figura 3. Puntos de control de dureza del trozo



Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

3.2.5 Extrusión de la copa

Primero se hace una extrusión en el fondo del trozo para darle su espesor final y forma de copa luego se hace un pequeño estirado por medio de una matriz y un punzón. Durante el proceso el material deberá estar recubierto por un jabón refrigerante, para proteger el utillaje y los componentes que se están trabajando. El aspecto de la copa de vaina deberá ser lisa y brillante y no presentar ralladuras ni rebabas; el fondo deberá estar bien formado y la boca deberá presentar los bordes regulares.

El material deberá cumplir con un diámetro, espesor de fondo y excentricidad adecuados a las normas utilizadas.

3.2.6 Desengrase de la copa

Aquí se retira la rebaba y la grasa que trae el material para evitar la carbonización de esta última durante el recocido y dar a los componentes un aspecto brillante. Primero se pasa por un desengrase con detergente industrial y ácido sulfúrico, luego se hace el enjuague, escurrido y secado.

En la inspección visual se controlará que cualquier componente que presente mutilaciones, deformaciones, rebabas y otro defecto aparente se considerará inservible y deberá rechazarse.

3.2.7 Recocido de la copa

El recocido de la copa para vaina tiene por objeto volver a cristalizar el material y disminuir la dureza de manera que el estirado pueda efectuarse en las mejores condiciones. Hay que mantener un control en la temperatura y

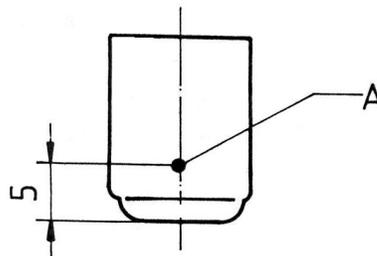
tiempo de recocido, ambos deberán determinarse de manera que se obtengan la dureza y el tamaño medio del grano requerido, que dependerán del volumen y características de los componentes.

La homogeneidad depende en gran parte de la regularidad de alimentación del horno con los elementos.

3.2.8 Decapado de la copa

Para el decapado de la copa deberá realizarse inmediatamente después del recocido para obtener el material con una dureza en el punto A, de 56 a 68 HV y el tamaño del grano deberá ser lo más homogéneo posible.

Figura 4. Punto de dureza para la copa de la vaina

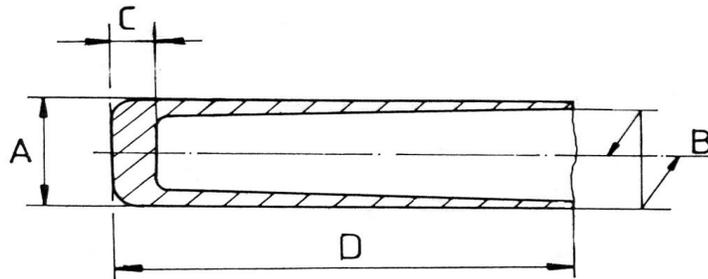


Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

3.2.9 Primer estirado

En este proceso se le hace un estirado a la copa para darle una mayor longitud y se empieza a formar la vaina, controlando el diámetro exterior A, excentricidad B, espesor del fondo C y aspecto, mostrados en las figuras 5 y 6.

Figura 5. Especificaciones primer estirado



Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

Los productos del primer estirado deberán ser lisos y brillantes, sin ralladuras, grietas ni ovulaciones: el fondo deberá ser perpendicular al eje de la vaina.

Figura 6. Aspecto de la vaina del primer estirado



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.2.10 Desengrase del primer estirado

Esta operación tiene por objeto desengrasar los elementos para evitar la carbonización de las grasas durante el recocido. Los procedimientos realizados dentro de la unidad desengrasante son:

- a. Desengrase, con detergente industrial.

- b. Enjuague, con agua corriente y rebalse en el tanque.
- c. Lavado, con agua caliente.
- d. Secado a temperatura aproximadamente de 130 °C.

3.2.11 Recocido del primer estirado

Al igual que los recocidos anteriores esta operación tiene por objeto volver a cristalizar el material y disminuir la dureza de manera que el segundo estirado pueda efectuarse en las mejores condiciones.

En el reglaje del horno la temperatura variará de 260 °C la mínima, 375 °C la máxima con un tiempo de paso del material dentro del horno de aproximadamente una hora, con una velocidad de rotación de horno dependiente de la abertura del paso del material y el volumen que se introduce.

3.2.12 Decapado del primer estirado

La importancia de decapar el material es que al eliminar las trazas de carbón u óxido que se impregnan durante el recocido no afecte los procesos posteriores por los que se someten los componentes y que el decapado conjuntamente con el recocido logren controlar los diferentes puntos de dureza que deberá presentar el material para una buena elaboración de vainas.

3.2.13 Segundo estirado

A la vaina se le da un segundo estirado, controlando sus dimensiones de diámetro, espesor de fondo, longitud total, excentricidad, rectitud y que sea paralelo. Obteniendo así un componente con menor tolerancia en la forma que se le quiere dar y más importante aun las diferentes durezas que debe

presentar a lo largo de las paredes de la vaina para soportar las fuerzas de explosión e implosión al momento de disparar el arma.

Se utiliza un jabón refrigerante para recubrir los componentes y no dañar el utillaje y partes móviles del equipo, también se ha llegado a establecer que se debe cumplir con una viscosidad muy exacta para que la dilatación de los componentes al momento de calentarse por el proceso de estirado, no sea significativa y no se tengan problemas de dimensiones al salir el material.

3.2.14 Desengrase del segundo estirado

Después de haber expuesto al material con un jabón refrigerante durante su segundo estirado se quiere eliminar mediante enjuague con agua caliente las trazas de jabón a fin de obtener una correcta sujeción en la pinza de la máquina de cortar.

La unidad de desengrase utiliza en su primer paso un detergente industrial apropiado para eliminar el jabón refrigerante, luego se pasa por un enjuague con agua a temperatura ambiente, después al lavado con agua caliente y por último al secado de los componentes.

3.2.15 Corte del segundo estirado

El corte del segundo estirado se hace para obtener una longitud de trabajo aproximadamente de 44 mm, el corte debe ser preciso y limpio sin rebabas, ralladuras ni hendiduras.

Las moletas de corte pueden rectificarse para su reutilización, hasta llegar a un diámetro mínimo en el cual ya no pueden adecuarse al equipo.

Figura 7. Aspecto del corte de longitud



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.2.16 Enjabonado previo iniciado del alojamiento

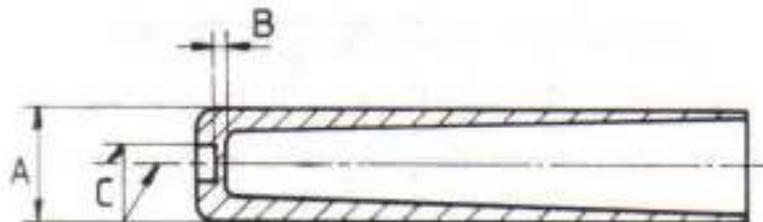
El propósito del enjabonado es colocar una película de jabón a los componentes estirados, para su mejor procesamiento en la siguiente operación.

El enjabonado se hace con un detergente industrial con una concentración apropiada para obtener el material con buena calidad, luego pasa al secado regulando las temperaturas entre 110 y 130 °C.

3.2.17 Iniciado del alojamiento

El iniciado del alojamiento da la primera forma al alojamiento de la cápsula y aumenta la dureza del fondo. Controlando el diámetro exterior A, espesor del tabique B y excentricidad C del alojamiento.

Figura 8. Iniciado del alojamiento



Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

El aspecto del interior y el exterior del cuerpo, así como el alojamiento de la cápsula, no deberán presentar ralladuras, fisuras ni picaduras. Si el cuerpo del elemento presentará algún defecto, deberá pulirse la guía y la matriz, siempre y cuando se encuentren dentro de las medidas y tolerancias establecidas.

3.2.18 Cabeceado y marcado

El diámetro y profundidad del alojamiento del fulminante cambiará dependiendo del tipo de fulminante que se utilice. Al material se le harán las pruebas de nitrato en el laboratorio fisicoquímico donde no deberá presentar ralladuras ni fisuras y las pruebas de forma y de funcionamiento en el laboratorio balístico donde se comprobará que no tenga fuga de gases, expulsión de fulminante o defectos en el tiro.

Al momento de hacer el cabeceado y marcado de la vaina, se toma en cuenta que en ningún momento la dureza del fondo debe ser menor a 165 HV.

El marcado que se le hace al culote es la distinción IMG siglas de Industria Militar Guatemalteca, también el calibre de 5.56 mm y el año en que fue elaborado.

Figura 9. Marcado de la vaina



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.2.19 Desengrase previo recocido parcial

El objeto del desengrase previo al recocido parcial es de eliminar toda traza de aceite proveniente del cabeceado y así evitar la formación del humo y ceniza en los inductores del recocido parcial.

El desengrase se hace con agua caliente y detergente industrial a una concentración adecuada, según las características que se le quieran dar al material, luego dentro de la unidad pasa al enjuague en agua caliente que le quita todo residuo de detergente para luego pasar al secado a una temperatura aproximadamente de 130 °C.

3.2.20 Recocido parcial

En esta operación se disminuirán las tensiones superficiales de la vaina de manera que la conificación y el golleteado se realicen en las mejores condiciones.

Algunas recomendaciones durante el proceso de recocido parcial son:

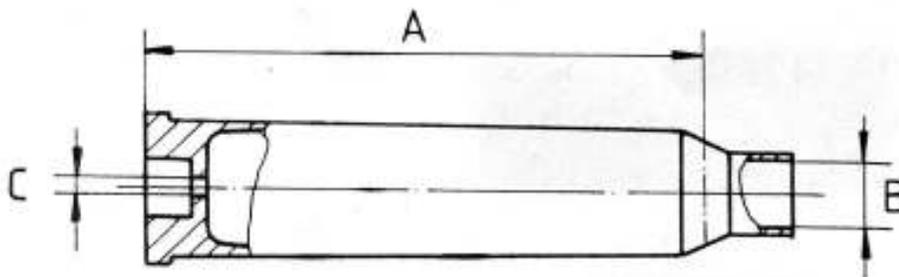
- a. Asegurarse que la mesa giratoria es alimentada regularmente con los componentes.
- b. Revisar la presión de agua para el sistema de enfriamiento.
- c. Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo como el equipo.

3.2.21 Decapado de la vaina recocida

El decapado de la vaina después de su recocido parcial se hace con un baño de agua caliente y ácido sulfúrico, pasando al enjuague a temperatura ambiente para luego engrasar los componentes con agua caliente y aceite soluble, posteriormente se seca; este proceso le dará mayor manejo al equipo sobre el material al pasar a las siguientes operaciones, en donde se le da la forma final a la vaina.

3.2.22 Conificado, golleteado y perforación del oído

En estos procesos se le da la forma final al cartucho definiendo la altura del hombro A, el diámetro del interior de la boca B y el diámetro del oído de fuego C.



Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

El aspecto que deben presentar las vainas después de estos procesos es que no tenga ningún defecto como: culote deformado, pliegues en la boca o el hombro, golpes, ralladuras, fisuras o escamas.

Figura 11. Aspecto del conificado, golleteado y oído de fuego



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.2.23 Desengrase final

En el desengrase final se eliminan las trazas de aceite a fin de obtener vainas perfectamente limpias y dándole los últimos aspectos. La fórmula para el desengrase es de suma importancia, se hace con una mezcla de varios detergentes industriales con ácido sulfúrico y tartárico, para limpiar la vaina por dentro y fuera, el desengrase es realizado en una unidad giratoria a la cual se debe de poner el volumen adecuado de componentes teniendo el cuidado de no rallarlas o golpearlas. Después del desengrase las vainas pasan a la unidad de enjuague y secado.

3.2.24 Abrillantado de las vainas

Durante el abrillantado se usará de preferencia retazos de cuero limpio. Puede usarse también aserrín de madera dura no resinosa o trapos no felposos exentos de botones o cualquier otra parte metálica. Para que se obtengan unas vainas brillantes y sin trazas de golpes o martilleo, estas vainas no se deberán manipular con las manos desnudas para evitar la corrosión, siempre utilizar guantes limpios y sin residuos de material o grasas, para que no afecten en el control de dimensional.

3.2.25 Torneado del culote y corte en longitud

El torneado del culote y el corte de longitud son los últimos aspectos que se le dan a las vainas, para culminar el proceso de fabricación de vainas, comprobando las dimensiones según la normas, el control de calidad en esta etapa es necesario para obtener así la forma final y especificaciones.

Figura 12. Forma final de la vaina



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.2.26 Control dimensional

En esta etapa, se requiere una perfecta limpieza, que los operadores utilicen guantes y la máquina debe funcionar con las cubiertas de protección.

A pesar de que la clasificación de las vainas buenas y defectuosas es extremadamente precisa en esta máquina, es inevitable que de vez en cuando sean aceptadas teóricamente fuera del límite o rechazadas aquellas dentro del límite de tolerancia. Por eso se controla regularmente la sensibilidad de los diferentes puestos del equipo, comprobando las vainas buenas y las defectuosas con verificadores de inspección manual. Los componentes rechazados deberán ser clasificados para ser recuperados siempre y cuando estén dentro de las tolerancias establecidas.

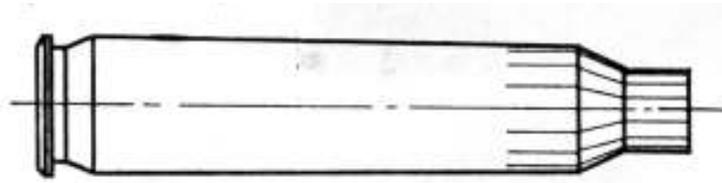
Las dimensiones utilizadas serán normadas por control de calidad, pero el equipo se debe de calibrar con un rango un poco más cerrado que estas, para que las vainas examinadas estén dentro del límite de tolerancia, existiendo menos error al momento del control de dimensiones.

3.2.27 Recocido del gollete

Esta operación tiene por objeto disminuir la dureza del gollete de la vaina de manera que sea compatible con las deformaciones a las que será sometido en el embalaje de la bala y el engarce. El equipo y las instrucciones del proceso son las mismas que el recocido parcial, con la única variante de la temperatura que será la adecuada para obtener una dureza entre 20 y 25 HV a 5 kg-f.

La zona de recocido deber ser visible en 15 mm aproximadamente.

Figura 13. Zona de recocido del gollete



Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico

3.3 Proceso actualizado de fabricación de la bala

3.3.1 Fundición de plomo y antimonio

En la fundición de la materia prima es cuando los materiales, plomo y antimonio metálico, se fusionen y hagan una mezcla homogénea logrando una nueva aleación específica, para la fabricación del núcleo de plomo, cumpliendo con las especificaciones de calidad.

La concentración de la aleación debe cumplir con el Plomo a 97.5% y de Antimonio a 2.5 ± 0.5 %. Su densidad deberá ser de 11.10 a 11.18 gr/cm^3 .

Se debe dar un mantenimiento periódico al conducto de evacuación del material y al revestimiento térmico del crisol de fundición, para que no haya incrustaciones o partículas que dañen los componentes.

3.3.2 Fabricación del lingote de plomo

La fabricación de los lingotes de plomo se hace en un horno de fundición de triple molde que se alimenta con la aleación especial establecida en el horno de fundición anterior y cuenta con los moldes en forma cilíndrica con las medidas requeridas para ser utilizados en la fabricación del hilo de plomo.

Las dimensiones del lingote de plomo que salen de esta operación es una longitud de 144 a 150 mm con un diámetro aproximadamente de 50 mm.

El lingote obtenido en esta operación se le forma un rechupe en su parte superior, ya que al momento de verter la aleación en los moldes esta se pone a enfriar con un chorro de agua fría, enfriándose bruscamente lo que ocasione el rechupe.

3.3.3 Corte del lingote de plomo

Se estandarizará la longitud del lingote de plomo a una dimensión de 118 a 120 mm, para obtener un mejor manejo al ser utilizado en la prensa extrusora y eliminar el rechupe formado en la operación anterior, para que al momento de ser acomodado el lingote en la extrusora; no deje vacíos en el material y que la longitud del lingote no exceda el espacio con el que cuenta la prensa, ya que al momento de ser prensado es por medio de un pistón, el cual debe completar su carrera para no ocasionarle ninguna avería.

Figura 14. Lingote de plomo con medida especificada



Fuente: Área de Fundición, Depto. de Producción 2010

3.3.4 Fabricación del hilo de plomo

Se fabrica el hilo de plomo, por medio de una extrusión del lingote, obteniendo un hilo de 4.54 mm de diámetro, que luego es calibrado para la elaboración del núcleo de plomo.

En esta operación es importante darle la temperatura y presión adecuada al equipo, ya que al variar alguna de estas pueda ocasionar que el hilo salga irregular de la matriz extrusora, por lo que se establece que la presión y la temperatura deben ser de 200 bar y 100 °C respectivamente. Al momento que el hilo viene saliendo después de la extrusión este debe ser enfriado por un sistema de agua para no ocasionarle ningún alargamiento y luego es lubricado con aceite vegetal el cual ayudará para el embobinado.

3.3.5 Embobinado del hilo de plomo

Después de haber obtenido el hilo por medio de la extrusión este es lubricado con aceite vegetal para pasar por el proceso de embobinado, el cual se hace en carretes de madera donde se le dan aproximadamente 360 vueltas, cuidando que el hilo vaya tenso y en el lugar apropiado.

Figura 15. Hilo de plomo embobinado en carretes



Fuente: Área de Fundición, Depto. de Producción 2010

3.3.6 Calibración del alambre de plomo

En el calibrado se eliminan defectos y las irregularidades del hilo tales como: marcas, ralladuras, pliegues o hendiduras, que podrían ser perjudiciales para el estampado de los núcleos. El diámetro antes del calibrado se encuentra entre los 4.4 o 4.6 mm y este se quiere calibrar a un diámetro entre 4.20 a 4.22 mm, por lo que se hace pasar por una matriz que cumple con este rango pero antes se lubrica con aceite vegetal que ayuda no solo al movimiento del hilo, sino también no deja que se oxide el alambre.

3.3.7 Estampado del núcleo de plomo

Al momento de cortar y estampar el hilo de plomo en una matriz, obtenemos lo que es el núcleo de plomo en forma ojival, el cual es el principal componente de la bala. Este debe cumplir con ciertas especificaciones, tales como: peso, aspecto y largo total.

El peso correcto del núcleo depende del peso de la camisa en relación con el peso total de la bala. Manténgase el peso medio y de ser posible no exceda los 2.52 gr. En el aspecto la ojiva debe estar bien formada, el tetón regular y las rebabas deben ser despreciables, verificar que las mordazas no marquen profundamente el alambre.

Se debe calibrar el largo total del núcleo de plomo entre 18.0 y 18.3 mm al arrancar la máquina.

Figura 16. Núcleo de plomo



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.3.8 Abrillantado del núcleo de plomo

Para el abrillantado debe de utilizarse de preferencia granza de café, en caso de no contar con esta se podría utilizar aserrín de madera dura no resinosa, verificando si se obtienen los mismos resultados.

El tiempo de abrillantado debe ser lo más corto posible para evitar defectos como tetones golpeados o cuerpos deformes. Y el aspecto debe ser negro brillante, sin rebabas ni marcas, correctamente desengrasadas.

3.3.9 Embutición de la copa

La embutición de la copa se hace en una prensa doble; para formar la camisa de la bala, en donde se ingresan bandas de tumbaga de cobre y zinc y al accionar la prensa esta va cortando discos o fichas de tumbaga las cuales pasan luego a un segundo prensado contra una matriz con la forma de copa, en donde se calibra el diámetro, espesor de fondo, altura y peso, verificando estos aspectos periódicamente durante el proceso de fabricación.

Las copas deben ser lisas y brillantes, sin ralladuras, hendiduras ni rebabas; los fondos deben estar bien formados y los bordes de la boca deben ser regulares. En caso que se encuentre alguno de estos defectos se deberá revisar las matrices y punzones, para pulirlos o cambiarlos.

Figura 17. Copa de tumbaga de cobre y zinc



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.3.10 Desengrase de la copa

El desengrase de la copa se hará en una unidad giratoria donde se agregará el detergente industrial, ácido sulfúrico y agua a $\frac{3}{4}$ del volumen del

tanque. Después de transcurrido un tiempo, se sacan y escurren las copas en el canal de descarga, listas para ser introducidas al cilindro escurridor de la secadora que luego este va alimentando la unidad de secado.

Una vez secadas las copas deben inspeccionarse visualmente. Cualquier componente que presente mutilaciones, deformaciones, rebabas y otro defecto aparente, debe considerarse inservible y debe rechazarse.

3.3.11 Recocido de la copa

Al recocer las copas se cambia su estructura molecular de tal manera que disminuye la dureza y los procesos de estirado puedan efectuarse en mejores condiciones. La temperatura y tiempo de recocido dependerán del volumen de los componentes, haciendo pruebas de dureza y tamaño del grano para determinar los parámetros.

Figura 18. Copa color mate por el recocido



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.3.12 Decapado de la copa

Luego de recocer las copas en el horno de inducción se impregnan trazas de carbón por lo que se debe eliminar por medio de un decapado químico, este proceso se realiza pasando los componentes en un baño de agua caliente con ácido sulfúrico a una concentración de 6%, se pasan los materiales y luego se enjuagan con agua a temperatura ambiente y luego se pasa por dos lavados con agua caliente a 70 °C.

Obteniendo un aspecto más brillante y natural de las copas, con su estructura molecular adecuada para los siguientes procesos.

3.3.13 Formación de la bala

La formación de la bala se hace en 14 operaciones, en un mismo equipo, como se describe a continuación:

- Estación 1. Alimentación de la copa y primer estirado: se alimenta el equipo con la copa y este hace el primer estirado, se debe controlar el nivel de aceite para obtener estirados de buena calidad.
- Estación 2. Segundo estirado y control de presencia: dará a los componentes el diámetro requerido para el ojivado y forma el tronco de cono de la boca; determinada la longitud.
- Estación 3, 4, 5. Ojivados: se le da al componente la forma cilíndrica ojival y especificaciones.
- Estación 6. Transferencia.

- Estación 7. Corte: se corta la parte troncónica de la envuelta por medio de una matriz y punzón.
- Estación 8. Alimentador del núcleo, inserción y control de presencia: se inserta el núcleo de plomo en la camisa de la bala, por medio de un punzón. Existe un sistema de seguridad que controla que todos los componentes lleven la camisa y núcleo de plomo.
- Estación 9. Transferencia.
- Estación 10. Cono y reborde: se encarga de unir la camisa y el núcleo en la parte trasera de la bala, haciendo un reborde de la camisa sobre el núcleo, con un espesor estipulado no mayor de 0.04 mm, controlando que no deje ningún borde cortante o rebaba.
- Estación 11. Acabado.
- Estación 12. Calibrado: calibra las ojivas que lleven las dimensiones y medidas especificadas.
- Estación 13. Moleteado: se hace una ranura rodeando la bala por medio de presión a un disco en movimiento a una altura especificada, que servirá para el engarce de la bala con la vaina.
- Estación 14. Recalibrado de la bala: se elimina la ovalización que puede producirse durante el moleteado, quedando la forma terminada de la bala.

Figura 19. Punzones y matrices para la formación de la bala



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.3.14 Abrillantado de la bala

En el abrillantado se introducirán las balas conjuntamente con granza de café o aserrín de madera dura, en un tambor giratorio para que el movimiento provoque la fricción entre los dos materiales y se eliminen la grasa e impurezas en la superficie de las balas. El tiempo debe ser lo más corto posible para evitar marcas o ralladuras en las balas y que éstas no salgan con aspecto ópaco.

Figura 20. Balas sin impurezas ni grasa



Fuente: Depto. de Producción 2010

3.3.15 Control de peso

Para el control de peso de las balas el material debe estar bien desengrasado y limpio, para que ninguna de estas partículas o impurezas afecte al momento de entrar al equipo y afecte el peso del material.

Se debe sacar una muestra de las balas que ya han sido clasificadas por el equipo según su peso y volver a pesar en una balanza de precisión de lectura directa, para controlar la precisión de la clasificación de la máquina.

Todas las balas que fueron pesadas deben ser inspeccionadas para descubrir los posibles defectos, descartándose si presentan marcas, ralladuras, punta o base deformada y oxidación.

3.3.16 Control de dimensiones

El control de las balas por medio de sus dimensiones se hace en un equipo por medio de verificadores y sensores que miden en cada estación una especificación, clasificándolas según los rangos y tolerancias de fabricación del Departamento de Control de Calidad. Dividiendo en grupos las balas, las que se encuentran fuera del rango por máximos o mínimos y las que están dentro de la tolerancia de fabricación.

Las balas que no se encuentran dentro de las tolerancias y presentan defectos son utilizadas en pruebas destructivas en los laboratorios.

3.4 Procesos actualizados de carga y encartuchado

3.4.1 Inspección a la vista

Para la inspección visual se necesitan dos estaciones de chequeo, en la primera se revisará la vaina completa, desde el gollete, boca, cuello, cuerpo y ranurado y en la segunda estación se verifica que la vaina tenga oído de fuego, que el diámetro del alojamiento del fulminante no esté deformado y el estampado no presente letras y números borrosos y se da un chequeo final del cuerpo de las vainas. Todo esto haciendo pasar a los componentes en una banda en movimiento adecuada con espejos y lupas para facilitar las inspecciones.

Se rechazarán las vainas con defectos, como boca dañada, zona de recocido no visible, ralladuras, pliegues, abolladuras, daño del gollete o ranurado, mal estampado y diámetro del alojamiento deforme. Siendo clasificadas las vainas según su tipo de defecto como defecto crítico, defecto mayor y defecto menor, las cuales serán utilizadas para pruebas balísticas y entrenamiento de familiarización de tiro.

3.4.2 Inserción del fulminante y laqueado

Los procesos de inserción del fulminante y laqueado, se harán en seis operaciones dentro del mismo equipo.

- Estación 1. Inserción del fulminante: el fulminante insertado no debe presentar ralladuras o golpes y no exceder la presión de aire de 3 bar.
- Estación 2. Control de la profundidad de inserción del fulminante.

- Estación 3. Transferencia.
- Estación 4. Engarce del fulminante: asegurar que las marcas sean correctas y concéntricas respecto al fulminante.
- Estación 5. Transferencia.
- Estación 6. Barnizado anular y del gollete de la vaina: la aguja debe repartir la laca uniformemente en la unión, sin manchar el fulminante ni el culote de la vaina. El anillo de la laca debe ser lo más uniforme posible, debe formar, en todo caso, un circuito completo y estar localizado levemente por debajo del borde de la boca de la vaina para evitar que ésta se manche.

Figura 21. Vainas con fulminante y laca verde



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

3.4.3 Carga y encartuchado

Para los procesos de carga o dosificación de pólvora y encartuchado, se alimenta el equipo con vainas con fulminante y laca, balas y pólvora; siguiendo las medidas de seguridad específicas para estos procesos, ya que los

materiales son altamente explosivos. El equipo cuenta con varios dispositivos y controles, que van dosificando la pólvora dentro de las vainas, luego se le inserta la bala y se engarza, teniendo así el cartucho terminado.

Figura 22. Primeras estaciones de carga y encartuchado



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

Detalle de las estaciones completas de la carga y encartuchado:

- Estación 1. Verifica la redondez del gollete.
- Estación 2. Dosificación de la pólvora y llenado de vaina: el peso de carga debe determinarse precisamente para cada lote de pólvora en el laboratorio balístico después de la prueba de tiro.
- Estación 3. Control de presencia de la pólvora: cuando se toman muestras de vainas cargadas, se debe evitar toda pérdida de pólvora a fin de no afectar el peso.

- Estación 4. Ensamblado de la bala: la inserción de la bala en la boca de la vaina debe realizarse sin ningún esfuerzo anormal y no debe causar ralladuras al material.
- Estación 5. Inserción definitiva de la bala.
- Estación 6. Engarce.
- Estación 7. Longitud total del cartucho.
- Estación 8. Forma total del cartucho.

Figura 23. Componentes del Cartucho IMG 5.56 mm



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

3.4.4 Control de peso de carga

Se hace el control de peso de la carga para que no varíe el peso promedio de dosificación de la pólvora ya establecido por las normas

específicas de fabricación. El peso promedio de carga de pólvora dependerá de las pruebas de velocidad y presión. Esta operación se hará en una balanza de precisión.

3.4.5 Prueba de resistencia a la extracción

Con el equipo de resistencia a la extracción se mide la fuerza necesaria para extraer la bala de la vaina, para asegurar una buena sujeción de la bala en la vaina, siendo una fuerza no menor de 20 kg-f.

La aguja del medidor de la resistencia a la extracción después de cada operación debe regresar a cero, girándola en sentido contrario a las agujas del reloj, esto para garantizar una buena medición al siguiente cartucho.

3.4.6 Control de peso e inspección a la vista

El control de peso se hará por medio de un equipo giratorio que va sujetando de forma horizontal los cartuchos, donde pasarán por balanzas midiendo su peso exacto, rechazando los que están fuera de las tolerancias de fabricación y haciendo continuar el proceso de los cartuchos hacia una banda donde se hará la inspección visual.

El equipo debe funcionar con las cubiertas cerradas para obtener pesos de más precisión sin ser afectado por impurezas o partículas en el ambiente. Los cartuchos rechazados serán destruidos, llevando un registro riguroso de los mismos. El peso del cartucho terminado es de 11.80 gr.

Figura 24. Equipo de control de peso



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

En la inspección visual el operador debe estar lo más cerca posible de la banda con el fin de poder examinar los cartuchos que desfilan ante los espejos, alternando turnos con otro especialista por el cansancio de la vista.

Figura 25. Banda para inspección visual



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

3.4.7 Embalaje en cajas de cartón

El embalaje se hará en cajas de cartón para un mejor manejo, distribución de los cartuchos y al momento de utilizarlos, las dimensiones de la caja son exactas para embalar 30 cartuchos.

Las cajas de cartón deben tener buena resistencia en el pegado de las uniones y los cortes deberán ser regulares y exactos.

Figura 26. Embalaje de cartuchos en caja de cartón



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

3.4.8 Control de peso nominal

El producto embalado de tres cajas de cartón es pesado, su peso nominal es comparativo en relación con las tres primeras cajas de cartón embaladas. La balanza debe indicar en la escala el cero, de encontrarse un peso mayor o menor, significará que alguna de las cajas de cartón no contiene el número exacto de cartuchos, teniendo que verificar cada una de las cajas.

3.4.9 Etiquetado

Para el primer lote del 2010 se ha probado una nueva etiqueta en forma de calcomanía, como se muestra en la figura 27, comparando con el método anterior, concluyeron que el etiquetado deberá hacerse con cinta engomada, ya que esta sella mejor y mantiene la forma de las cajas.

Figura 27. Etiquetado y sellado



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2,010

Instrucciones de etiquetado con cinta engomada:

Se corta la cinta con la cuchilla de cortar y el rodillo, previamente graduados para el corte. Luego se remoja la cinta engomada y luego se coloca en el lugar correcto sujetando automáticamente la caja de cartón.

Deberá asegurar que el número del lote de la etiqueta, corresponda al número de lote de fabricación al momento de sellar las cintas. Las deficiencias observadas en la etiqueta son motivo suficiente para desecharlas.

3.4.10 Embalaje en bolsas plásticas

Al tener las bolsas cortadas se introducen las cajas de cartón, asegurándose que se extraiga el aire.

Asegurar que las bolsas contengan el número de cajas de cartón, debidamente etiquetadas y catalogadas. Verificar que las bolsas tengan todos sus costados debidamente sellados, para garantizar la hermeticidad de los productos. Se colocará una etiqueta en cada bolsa que contenga la información: Fábrica de Municiones del Ejército, calibre 5.56 mm, número de lote y año de fabricación.

3.4.11 Soldadura de embalaje plástico

Después de embalar las cajas de cartón en las bolsas plásticas y etiquetarlas, se sellarán los extremos, con la selladora a calor, teniendo cuidado de no exceder el tiempo de presión ya que podrá cortar la bolsa. Para no tener este problema se deben hacer pruebas de temperatura y tiempo, hasta obtener un sellado parejo y adecuado.

Verificar que la base superior y la de la resistencia coincidan perfectamente y que el sellado sea resistente, soportando el doble de la carga que contendrá la bolsa.

3.4.12 Embalaje final en cajas de madera

Las cajas no deberán ir dañadas y las bolsas deberán ir acomodadas adecuadamente. Toda la caja deberá estar pintada de color uniforme y con la rotulación según las especificaciones técnicas de control de calidad.

Figura 28. Caja embalada con las bolsas plásticas



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

3.4.13 Flejado

El fleje debe ser del tamaño adecuado a la flejadora, en este caso se utiliza un fleje metálico de $\frac{1}{2}$ pulgada de ancho, la grapa deberá ser galvanizada y adecuarse al tamaño del fleje.

Figura 29. Flejado con grapa galvanizada y cinta metálica



Fuente: Taller de Carga y Encartuchado 2010

CONCLUSIONES

1. En el estudio del equipo que se utiliza para los procesos de fabricación de cartuchos, se verificó que en el momento de producción, sí se cumple con las medidas de control de calidad y las especificaciones técnicas normadas para dicha fabricación, llevando un control riguroso y adecuado en cada operación.
2. Se ha creado un Manual de Procesos que sirve de guía para la fabricación de cartuchos 5.56 mm donde contiene las especificaciones técnicas utilizadas en los procesos actuales y las frecuencias de control de calidad.
3. En el presente Manual se han unificado los tres criterios en los que se rige la fabricación de cartuchos IMG que son el de diseño de componentes y producción, elaboración de utillaje y control de calidad.
4. En las operaciones que conllevan mayor riesgo se han incluido instrucciones de fabricación y recomendaciones para mitigar los riesgos.

RECOMENDACIONES

1. Al Señor Director:

En un futuro reemplazar el equipo para la fabricación de cartuchos 5.56 mm en el Departamento de Producción por un sistema completamente automático. Con el cual se podrá obtener un control total y una mejor calidad del producto.

2. Al Jefe del Departamento de Producción:

Cumplir las especificaciones técnicas y frecuencias de control que contiene el Manual de Procesos en todas las operaciones de la fabricación de cartuchos calibre 5.56 mm, para obtener un mejor rendimiento y optimizar la calidad de los cartuchos terminados.

3. Mantener una estricta coordinación y comunicación entre los talleres que conformar dicho Departamento, referente a las operaciones y trabajos que se realicen, con el objeto de no tener retrasos o paros de la producción por falta de las pruebas y análisis que se hacen al material o por falta de suministro de utillaje.

4. Supervisar y obligar a que todo el personal de los talleres del Departamento de Producción utilice el equipo de protección adecuado y cumplan las normas y medidas de seguridad al momento de estar operando el equipo y en donde se estén realizando operaciones que pongan en riesgo su integridad física, con el objeto de minimizar los riesgos de accidentes laborales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carazo, María. Actualización de los Métodos de Trabajo y Propuesta del Programa de Seguridad e Higiene en la Industria de Prefabricados CODEINSA. Trabajo de graduación de Inga. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2003.
2. Casal, Joaquim. **Análisis del Riesgo en Instalaciones Industriales**. Ediciones de la Universitat Politècnica de Catalunya, 1999.
3. Ejército de Guatemala. **Documento “Combustibles Sólidos”**. Taller de Control de Calidad, Fábrica de Municiones.
4. Ejército de Guatemala. **Documento “Detergentes y Jabones Desengrasantes”**. Taller de Control de Calidad, Fábrica de Municiones del Ejército.
5. Fábrica de Municiones del Ejército. Primer Seminario: **“Actualización de Procedimientos”**. 1991.
6. **Guía: para la mejora de la gestión preventiva, Señalización de Seguridad**. Real Decreto 38/1997, 485/1997. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España 1997.
7. Industria Militar Guatemalteca IMG. **Manual de Fabricación Cartucho Calibre 5.56 mm**. Fábrica de Municiones, Ejército de Guatemala. 1992.

8. Industria Militar Guatemalteca IMG. **Manual de Especificaciones Técnicas para el Control de la Calidad del Cartucho Calibre 5.56 mm IMG.** Fábrica de Municiones, Ejército de Guatemala. 1992.
9. Industria Militar Guatemalteca IMG. **Manuales de Instrucciones de Operación del Equipo.** Fábrica de Municiones del Ejército.
10. **Normas de Señalización.** Secretaría Ejecutiva de CONRED. Guatemala, 2005.
11. Paz, Sonia. Prevención de Riesgos Laborales en una Planta Alimenticia. Trabajo de graduación de Inga. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2005.
12. Vásquez, Jorge. Administración de Seguridad y Análisis de Riesgos en una empresa de Rafias y Empaques Plásticos. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2003.

APÉNDICES

APÉNDICE “A”

1. ESPECIFICACIONES DE DETERGENTES INDUSTRIALES

1.1 PRUEBAS DE CONTROL

Según el Manual de Especificaciones Técnicas del Taller de Control de Calidad, se deben hacer las siguientes pruebas químicas a todos los detergentes, jabones refrigerantes y desengrasantes, al momento que ingresan, para ver si cumplen con los requerimientos de su aplicación.

CARACTERÍSTICAS	INSTRUMENTO DE CONTROL
Viscosidad de solución al 3%	Viscosímetro
pH en frío y caliente	Potenciómetro
Solubilidad en frío y a 80 °C	Mechero – Beakers
Prueba de Ejecución al 3%	Bureta – Beakers / Erlen Meyers
Índice de Saponificación	Reactivos
Transparencia en frío y caliente	Inspección Visual
Color, Apariencia Física y Textura	Inspección Visual

PARA PROCESOS DE DECAPADO

2. ESPECIFICACIONES DEL ÁCIDO SULFÚRICO

Utilizado para los procesos que se realizan en las Operaciones de 4, 8, 12, 21 y 23 de la Fabricación de la Vaina y Operaciones 10 y 12 de la Fabricación de la Bala.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN	INSTRUMENTO DE CONTROL
Color	Claro	Visual
Transparencia	Bueno	Potenciómetro
Densidad	1.84 g/ml	Aerómetro

2.1 Equipo de protección

Utilice guantes de hule, mascarilla, lentes protectores y vestuario adecuado con mangas largas.

Al manipularlo evite el contacto con la piel directa, la digestión o inhalación del mismo.

PARA PROCESOS DE DESENGRASE

3. ESPECIFICACIONES DETERGENTE ALKEMY EC 525

Procesos que se realizan en los equipos D 250/4/7D, D 250/3/7D-1, D 250/3/7D-2 y D 250/1/7D.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN
Apariencia	Polvo granular blanco
pH al 1 %	12
Olor	Inodoro

3.1 Familia química

Compuestos alcalinos, detergentes emulsificantes y agentes limpiadores.

3.2 Uso del producto

Limpiador diseñado para la limpieza de piezas metálicas por métodos electrolíticos ya sea anódico o catódico.

3.3 Procedimiento para el control de fuego

Utilizar extinguidores de polvo químico seco ABC.

3.4 Equipo de protección

Utilice lentes protectores cuando lo manipule. Utilice guantes, utilizar calzado cerrado y uniforme de trabajo con manga larga, utilizar mascarilla si lo considera necesario.

Manipular con cuidado, cuando disuelva hacerlo lentamente y con agitación, almacenar a temperatura ambiente y en un lugar bien cerrado.

3.5 Dosificación recomendada

1 kilogramo de detergente con 1 litro de ácido sulfúrico en 10 litros de agua y de esta solución debe tomarse 2 litros y agregarlo al tambor que contiene el material y agua en las unidades D 250/3/7D y D 250/4/7D.

PARA PROCESOS DE DESENGRASE FINAL

En el equipo DGS 250 en la Operación No. 23; se usan los detergentes FL Alkemy Especial y Ariel junto con el Ácido Sulfúrico y Ácido Tartárico, en las proporciones recomendadas y normadas dadas al operador.

4. ESPECIFICACIONES DE DETERGENTE ALKEMY FL ESPECIAL

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN
Apariencia	Líquido transparente, incoloro y ligeramente viscoso
Olor	Característico
pH	7.90

4.1 Familia química

Detergente aniónicos.

4.2 Uso del producto

Aditivo detergente para sistemas de desengrase de piezas de metal.

Almacenar en área bien ventilada y fresca, manipulándolo con cuidado, evitar derrames y salpicaduras.

4.3 Equipo de protección

Utilice guantes de hule, uniforme de trabajo con manga larga, calzado cerrado, lentes protectores y mascarilla cuando aplique o manipule.

4.4 Dosificación recomendada

500 ml de FL Especial, con 2 litros de agua acidulada (proporción 1.10).

5. ESPECIFICACIONES DE DETERGENTE ARIEL

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN
Color	Celeste
Forma	Polvo
Solubilidad en frío a 23°C	Buena
Solubilidad de 50° a 60°C	Buena
% De alcalinidad	0.15%

5.1 Descripción

Detergente biodegradable bueno para la aplicación en procesos de desengrase, ya que presenta un pH alcalino, lo cual es un detergente estable al momento de agregarle ácido sulfúrico ya que la grasa no llega a interferir en sus propiedades desengrasantes.

5.2 Uso del producto

Utilice guantes de goma, mascarilla y lentes protectores para su manipulación.

6. ESPECIFICACIONES DE ÁCIDO TARTÁRICO

Este producto se utiliza solo en un proceso que se realiza en el equipo DGS 250, que es el proceso de Desengrase Final de la Fabricación de la Vaina.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN
Color	Blanco
Forma	Polvo

6.1 Equipo de protección

Utilice guantes de hule, mascarilla, lentes protectores y vestuario adecuado con mangas largas.

Al manipularlo evite el contacto con la piel directa, la digestión o inhalación del mismo.

PARA PROCESOS DE REFRIGERACIÓN

7. ESPECIFICACIONES DE PASTA REFRIGERANTE EASY DRAW

Utilizado en los equipos; PKZ 1-H, PD 32/S y PD 44/1; para las Operaciones No. 5, 9, 13 y 17 de la Fabricación de la Vaina.

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIÓN
Apariencia	Pasta semisólida grasosa
Ph	10
Olor	Característico
Color	Blanco

7.1 Familia química

Ácidos grasos saturados e insaturados.

7.2 Uso del producto

Formulación especial para facilitar el embutido de piezas de metal.

7.3 Equipo de protección

Utilice guantes de hule, mascarilla y lentes protectores. Utilizar vestuario de trabajo con manga larga y calzado cerrado.

Manipular con cuidado, evitar derrames, no contamine la ropa y almacene en un lugar fresco con ventilación.

APÉNDICE “B”

1. RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CAJAS DE DURPANEL

1.1 DURPANEL

La composición del durpanel es de resinas y capas simétricas de astillas de madera distribuidas de manera que las más gruesas ocupen el centro del tablero para incrementar su fortaleza y las más finas quedan en la superficies de la lámina para que así al lijar y trabajar con ellas resulte un mejor acabado.

1.2 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Este material presenta algunas desventajas al momento de almacenar o transportar las cajas ya elaboradas, pero siguiendo las recomendaciones para el transporte y almacenamiento no tendrá mayor inconveniente su uso.

1.3 RECOMENDACIONES

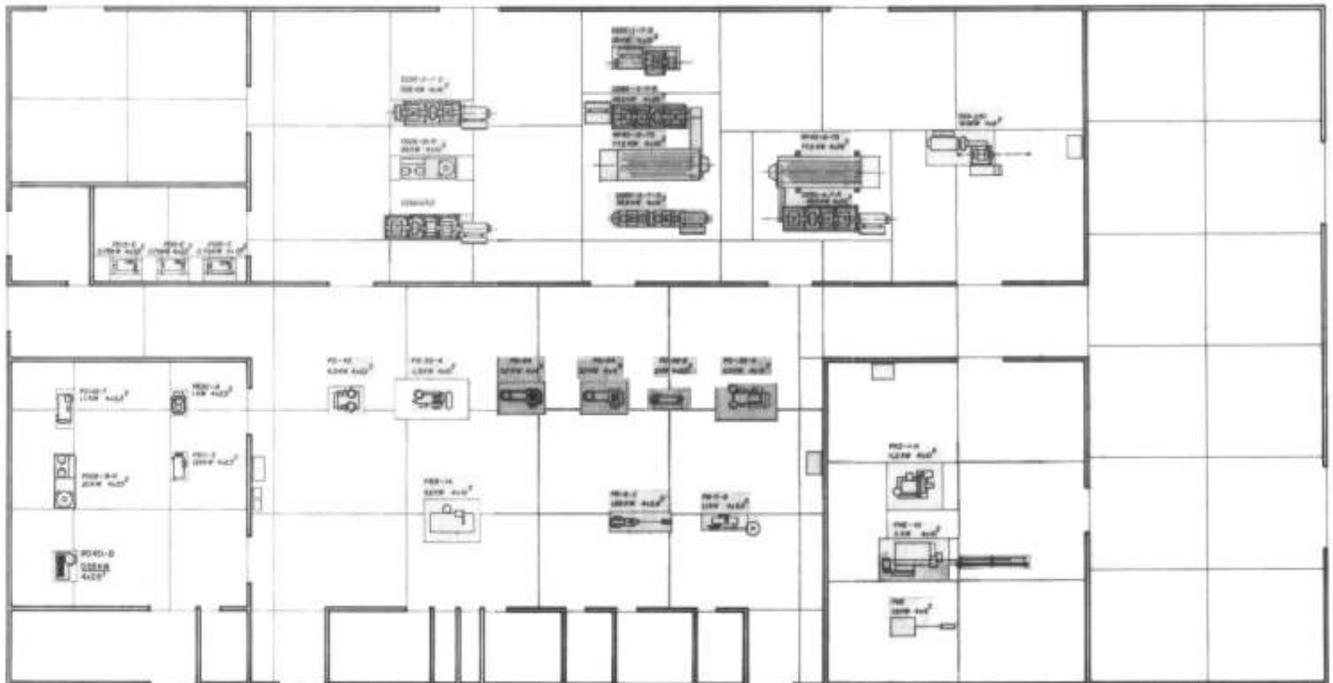
- 1.3.1 Almacenar en un lugar bien ventilado y seco, preferentemente separado del suelo o piso y que se encuentre bajo techo.
- 1.3.2 Las cajas se deben colocar sobre una base plana y limpia.
- 1.3.3 Se debe proteger en contra de la lluvia o cualquier otro tipo de humedad.
- 1.3.4 Los bordes nunca deben entrar en contacto con la humedad, sin importar la posición en que se encuentre la caja, preferentemente proteger con alguna plantilla plástica.
- 1.3.5 Verificar que las cajas casen entre sí, al momento de montarlas unas con otras, para que el peso se distribuya adecuadamente.
- 1.3.6 Sujetar bien las cajas entre sí, colocando en grupos compactos sujetos por fajas o flejes, asegurando su movilidad horizontal para evitar fricciones o golpes que puedan dañar la estructura de la caja.

APÉNDICE “C”

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CARTUCHO CALIBRE 5.56 mm EN GRÁFICAS

PLANTA DE PRODUCCIÓN

Fuente: Sección de Diseño y Dibujo Técnico



IMÁGENES FABRICACIÓN DE LA VAINA

Fuente: Línea de Fabricación de Vainas, Taller de Componentes y Diseño

Corte y estampado del trozo



Desengrase del trozo

Unidad de desengrase del trozo



Recocido del trozo



Decapado del trozo



Extrusión de la copa



Desengrase de la copa



Recocido de la copa



Decapado de la copa



Primer estirado



Desengrase del primer estirado



Recocido del primer estirado



Decapado del primer estirado



Segundo estirado



Desengrase del segundo estirado



Corte del segundo estirado



Corte de longitud del segundo estirado



Aceitado previo al iniciado del alojamiento



Iniciado del alojamiento



Desengrase previo cabeceado y marcado



Cabeceado y marcado

Forma del cabeceado y marcado de la vaina



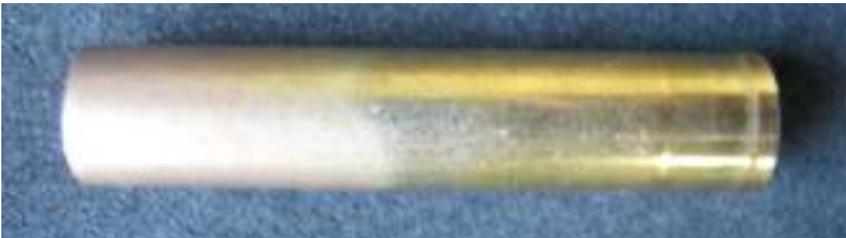
Desengrase previo recocido parcial



Recocido parcial



Vaina recocida



Decapado de la vaina recocida



Conificado, golleteado y perforación del oído de fuego



Perforado de oído de fuego



Conificado, golleteado y oído de fuego



Desengrase final

Unidad de desengrase final



Vainas desengrasadas



Abrillantado de la vaina



Torneado del culote y corte de longitud



Torneado del culote



Control dimensional

Equipo de control de dimensiones



Recocido del gollete



FABRICACIÓN DE LA BALA

Fuente: Línea de Fabricación de Balas, Taller de Componentes y Diseño

Fundición de materia prima

Crisol de fundición



Fabricación de lingotes de plomo

Horno de colada triple



Corte del lingote de plomo



Fabricación del hilo de plomo



Embobinado del hilo de plomo

Hilo embobinado en carretes



Unidad de embobinado



Calibración del alambre de plomo



Estampado del núcleo de plomo



Abrillantado del núcleo de plomo



Embutición de la copa



Desengrase de la copa



Recocido de la copa



Decapado de la copa



Formación de la bala

Punzones y matrices para la formación de la bala



Abrillantado de la bala



Control de peso



Control de dimensiones



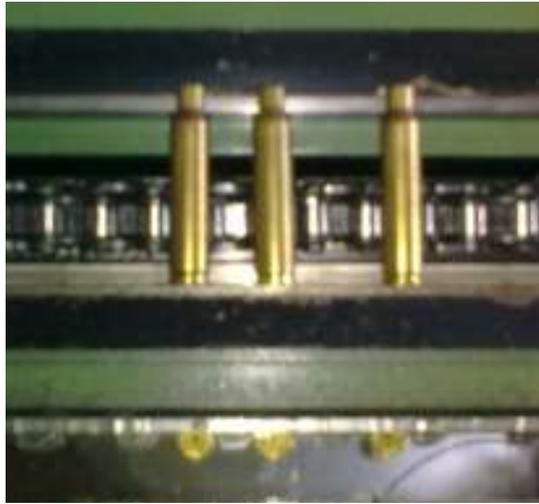
Balas con dimensión y peso normado



CARGA Y ENCARTUCHADO

Fuente: Taller de Carga y Encartuchado

Inspección a la vista



Inserción del fulminante y laqueado



Vainas con fulminante y laca



Carga y encartuchado



Control de peso de carga

Dosificación de la pólvora



Prueba de resistencia a la extracción



Control de peso e inspección a la vista

Equipo de control de peso



Banda para inspección visual



Embalaje en cajas de cartón



Embalaje en bolsas de polietileno



Soldadura de embalaje plástico



Embalaje final en cajas de madera



Nuevo modelo de caja de durpanel



Flejado

Flejado de cinta metálica y grapa galvanizada

