

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA
Y GEOGRÁFICA**

E. A .P DE INGENIERÍA METALÚRGICA

“Desarrollo de bisutería fina libre de plomo”

TESIS

para optar el título profesional de: Ingeniero Metalúrgico

AUTOR

Brayan Vicente Ticona Ampuero

ASESOR

Ing. Ángel Azañero Ortiz

Lima-Perú

2011

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
2.1.1.- EL PROBLEMA FUNDAMENTAL	3
2.2.-JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.2.1.- JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA	4
2.3.-OBJETIVOS:	4
2.3.1.- OBJETIVOS GENERALES	4
2.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2.4.- HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO III: FUNDAMENTO TEÓRICO	6
3.1.- DEFINICIÓN DE BISUTERÍA	6
3.2.- EL PLOMO Y SU INFLUENCIA EN LA BISUTERÍA	
FINA LIBRE DE PLOMO	6
3.2.1.- VENTAJAS DEL USO DE PLOMO EN LA JOYERÍA DE FANTASÍA FINA	6
3.2.2.- DESVENTAJAS DEL USO DE PLOMO EN LA JOYERÍA DE FANTASÍA FINA	7

3.3.- ALEACIONES DE METALES BLANCOS (NUEVOS PELTRES)	8
3.5.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA	8
3.5.2.- EL PELTRE ANTIGUO	9
3.3.- MODELOS Y MOLDES DE FUNDICIÓN	10
3.3.1.- MOLDES TEMPORALES	11
3.3.2.- MODELOS DESECHABLES Y REMOVIBLES	11
3.3.3.- MOLDES DE ARENA	11
3.3.4.-MOLDES DE CAPA SECA	11
3.3.5.- MOLDES CON ARENA SECA	12
3.3.6.- MOLDES DE ARCILLA	12
3.3.7.- MOLDES FURÁNICOS	12
3.3.8.- MOLDES DE CO ₂	12
3.3.9.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS M.D.	13
3.4.- PROCESOS ESPECIALES DE FUNDICIÓN	14
3.4.1.- FUNDICIÓN EN MOLDES METÁLICOS	14
3.4.2.- MOLDEO POR INYECCIÓN	14
3.4.3.- COLADA Y MOLDEO POR GRAVEDAD	15
3.4.4.-COLADO Y MOLDEO HUECO	15
3.4.5.-MOLDEO PRENSADA O DE CORTHIAS	15
3.4.6.-MOLDEO EN CÁSCARA CERÁMICA	15
3.4.7.-COLADA EN MOLDE DE YESO	16

3.4.8.-COLADA Y MOLDEO POR CENTRIFUGADO	16
---	----

3.4.9.- FUNDICIÓN A LA CERA PÉRDIDA	19
-------------------------------------	----

3.5.- PROCESO DE FUNDICIÓN UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE JOYAS DE YOBEL SCM COSTUME JEWELRY	20
---	-----------

3.5.1. -FUNDICIÓN CENTRIFUGA EN MOLDES DE CAUCHO NEGRO	20
--	----

3.5.1.1.-TIPO DE MOLDE USADO	21
------------------------------	----

3.5.1.2. - CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE DE CAUCHO NEGRO	21
--	----

3.5.1.3 - TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO DE LOS MOLDES	22
---	----

3.5.2. - TIPO DE MÁQUINA CENTRIFUGA EMPLEADA (SPIN CASTER)	22
--	----

CAPÍTULO IV: ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO DE PLOMO EMPLEADOS INICIALMENTE EN PLANTA	24
---	-----------

4.1.- ALEACIÓN DE METAL BLANCO - 36% Sn	24
--	-----------

4.1.1.- MATERIALES Y FABRICACIÓN	24
----------------------------------	----

4.1.2.- COMPOSICIÓN QUÍMICA	25
-----------------------------	----

4.1.3.- DIMENSIONES Y PESOS DE LINGOTES	26
---	----

4.1.4.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA	
--	--

ANÁLISIS	26
4.1.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO	27
4.2.- ALEACIÓN DE METAL BLANCO – 92% Sn	28
4.2.1.- MATERIALES Y FABRICACIÓN	28
4.2.2.- COMPOSICIÓN QUÍMICA	28
4.2.3.- DIMENSIONES Y PESO DE LINGOTES	29
4.2.4.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA	
ANÁLISIS	29
4.2.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO	29
CAPÍTULO V: ELECCIÓN DE LA NUEVA MATERIA PRIMA A USAR PARA LA	
FABRICACIÓN DE JOYAS LIBRES DE PLOMO	30
5.1.- IDEA GENERAL	30
5.2.- INLUENCIA DE METALES EN ALEACIÓN A USAR	30
5.2.1.- ANTIMONIO	31
5.2.2.- CADMIO	31
5.2.3.- PLOMO	31
5.2.4.- FIERRO	31
5.2.5.- ZINC	31
5.2.6.- ALUMINIO	32
5.2.7.- COBRE	32
5.2.8.- BISMUTO	32

5.3.- OPCIONES DE MATERIAS PRIMAS A EMPLEAR	32
5.4.- MATERIA PRIMA ELEGIDA: METAL BLANCO 97%, FREE Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%	33
5.4.1.- DESCRIPCIÓN VARIABLES OPERATIVAS DEL PROCESO DE CENTRIFUGADO	35
5.4.1.1.- TEMPERATURA	35
5.4.1.2.- PRESIÓN	35
5.4.1.3.- VELOCIDAD	35
5.4.1.4.- GIRO	35
5.4.1.5.- TIEMPO DE CENTRIFUGADO	36
5.4.2.- DESCRIPCIÓN DEL METAL BLANCO 97%	37
5.4.3.- MATERIALES Y FABRICACIÓN	37
5.4.4.- COMPOSICIÓN QUÍMICA	38
5.4.5.- DIMENSIONES Y PESO DE LINGOTES	38
5.4.6.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA ANÁLISIS	38
5.4.7.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO	39
5.4.8.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE FUSIÓN Y DE COLADA	39

5.5.- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS EN EL CENTRIFUGADO USANDO LA NUEVA ALEACIÓN: “METAL BLANCO 97% Sn – LEAD FREE”	41
5.5.1 TIEMPO DE MÁQUINA EN EL VIBRADO	41
5.5.2.- ESTUCHE DE ARETES 12 PACK ENC 3/10	41
5.5.3.- ESTUCHE DE ARETES YARA ENC 4/10	43
5.5.4.- ESTUCHE DE ARETES MAGUIQUE ENC 4/10	44
5.5.5. - ARETES PERLEENA ENC 4/10	45
5.5.6. - COLLAR HELEN ENC 4/10	45
5.5.7- COLLAR TERADELLE ENC 3/10	46
5.5.8- ROSARIO MYSTERY ENC 4/10	47
5.5.9- ANILLO FREE WINGS T7	48
5.5.10. - ESTUCHE DE ARETES LINA 4/10	48
5.5.11.- ESTUCHE DE ARETES MORNING GLORY	49
5.5.12.- ESTUCHE DE ARETE SHINELIGHT	50
5.6.- VARIACIONES EN EL MOLDE PARA LA CORRECTA FABRICACIÓN DE JOYAS DE FANTASÍA FINA CON LA NUEVA ALEACIÓN	52
5.6.1.- PRUEBA EN DIJES	52
5.6.1.1.- REBAJE DE CARA	54
5.6.1.2.- ENTRADA CENTRAL TUBULAR	54
5.6.1.3.- REDUCCIÓN DE ESPESORES MÁS 4 ENTRADAS LATERALES	55

5.6.2.- PRUEBAS EN ARETES	56
5.6.2.1.- MOLDE MODULAR CON ENTRADA	
EN PARTE INFERIOR INTERNA	57
5.6.2.2.- MOLDE MODULAR CON ENTRADA	
EN PARTE SUPERIOR INTERNA	58
CAPÍTULO VI: DESCRIPCIÓN DE PROCESOS REALIZADOS PARA LA	
OBTENCIÓN DE BISUTERÍA FINA LIBRE DE PLOMO	60
6.1.- PRESENTACIÓN DE PROCESOS APLICADOS	60
6.2.- ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE	
FABRICACIÓN DE JOYAS	61
6.3.- AGITACIÓN DE LA CARGA	67
6.4.- ESCORIFICACIÓN DE LA CARGA	69
6.4.1.- CÁLCULO DE LA CANTIDAD	
NECESARIA DE ESCORIFICANTE	69
6.4.2. - PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
PARA LA ESCORIFICACION	71
6.4.3.- VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE Pb	
DESPUES DE LA ESCORIFICACION	72
6.5.- ANÁLISIS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE POSIBLE	
ALZA DE PLOMO	74
6.5.1- CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR	
EL CONTENIDO DE PLOMO	74

6.5.2- MEDICIÓN DE RANGOS DE CONTAMINACIÓN DE PLOMO EN EL ÁREA DE CENTRIFUGADO	77
6.5.3- ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PLOMO PARA PIEZAS CAÍDAS	78
6.6.- LIMPIEZA DE DUCTOS	78
CAPÍTULO VII: INFORME DE SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO DE PLOMO EN LA NUEVA ALEACION (LEAD FREE)	80
7.1.- LA MUESTRA A ANALIZAR	80
7.2.- SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO PLOMO EN LA ALEACIÓN DE LEAD FREE	80
7.3.- GRÁFICO DE TENDENCIA DEL CONTENIDO DE PLOMO	84
CAPÍTULO VIII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE Pb	85
CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	89
I.- “CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION” NORMA DE REGULACIÓN DEL MAXIMO CONTENIDO DE Pb EN JOYERIA DE FANTASIA FINA	91
II.- CERTIFICADO DE ANALISIS QUÍMICOS	98
III.- CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA CENTRÍFUGA	102
IV.-CORRECTO MANEJO DE LA MÁQUINA CENTRÍFUGA	103
V.- ESPECIFICACIÓN DEL POSTE LIBRE DE PLOMO UTILIZADO PARA ELABORACIÓN DE ARETES	106

VI.- CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE ESCORIFICANTE	107
VII.- DETERMINACIÓN DEL DESPRENDIMIENTO METÁLICO EN LA SECCIÓN DE REBAJE	108
VIII.- GALERÍA DE IMAGENES	109

DEDICATORIA

Con especial cariño para mis padres y hermanas que pese a los problemas e inconvenientes que ocurrieron a la par con la elaboración de la presente tesis, supieron formarme desde niño para ver cada problema como una excelente oportunidad para triunfar. Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento al Ing. Carlos Benavides Marroquín (Jefe del Área de Investigación y Desarrollo de la empresa transnacional YOBEL SCM COSTUME JEWELRY) y a todo el equipo de ingenieros de dicha área por las facilidades brindadas y la orientación oportuna para la elaboración de este trabajo de investigación.

Al Ing. Ángel Azañero Ortiz, Director de la EAP de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (mi alma mater), además de ser profesor y guía, por su incansable apoyo en la corrección y asesoramiento exclusivo del presente trabajo.

Al Contador Público Colegiado Victor Vicente Ticona Támara, mi padre, por su apoyo en la estructuración de este documento y porque pese a su enfermedad me ha sabido inculcar que el peor error de un hombre es darse por vencido ante la adversidad y su mejor logro es salir airoso después de haberla enfrentado.

RESUMEN

La presente investigación explica el proceso de adecuación a la norma que regula el contenido de plomo en las piezas de Joyería de Fantasía Fina, tales como las que procesa YOBEL SCM COSTUME JEWELRY. Para esto se modificaron las principales variables del proceso de manufactura de joyas (metales utilizados en la aleación, escorificación de la carga, retornos de fundición, agitación de la carga, etc.) y se estudiaron otros factores que podrían ocasionar un incremento de plomo en el producto final, tales como: Metodología de procesos productivos, contenido de plomo en el proceso productivo y maquinarias; aplicando así la ingeniería metalúrgica para la solución del problema que se tuvo. Además se explica las características de una nueva aleación usada para la fabricación de joyas de fantasía fina: su composición, cálculo de la temperatura de colada propiedades físicas y químicas, el cambio en los diseños de los moldes de fundición así como también se expone cuadros conteniendo los valores de las variables del proceso de centrifugado ideales para la fabricación de distintos tipos de joyas.

La aleación de las joyas que fabrica YOBEL SCM son las de Metal Blanco (aleación de estaño y otros metales) por el método de fundición y colada centrífuga.

Esta tesis se aplica a la Fabricación de joyería de fantasía fina libre de plomo para adultos y niños puesto que dentro de la presente investigación se indica el metal a utilizar, las variables óptimas a emplear en su proceso de fundición y los procedimientos de trabajo necesarios para poder elaborar joyas con un alto estándar de calidad.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad dar a conocer un importante tema de investigación y desarrollo que actualmente se viene tratando en la empresa YOBEL SCM (Supply Chain Management) en la unidad de COSTUME JEWELRY, este estudio engloba a todo un equipo de colaboradores pertenecientes a diversas sub-unidades, tales como: Manufacturabilidad, Calidad, Producción e Investigación y Desarrollo donde laboré.

Yobel SCM inicia sus operaciones en 1965 como productos Favel, una empresa familiar dedicada a la fabricación y comercialización de productos cosméticos e higiene personal, que hoy opera como Unidad de Negocio Manufacturing.

En 1989, el entonces Grupo Yobel inicia un proceso de internacionalización, ingresando a Estados Unidos y Chile. Al mismo tiempo, Larissa Perú inicia sus operaciones como operador logístico, sentando las bases de la actual Unidad de Negocio Logistics.

En 1995, Glacesa inicia sus operaciones como fabricante de joyas de fantasía fina que hoy se conoce como UNIDAD DE NEGOCIO COSTUME JEWELRY.

COSTUME JEWELRY es una Unidad de Negocio especializada en la creación de vivencias especiales que ayudan a expresar el ser mediante la conceptualización, diseño y fabricación de joyas de gran valor tanto en plata sterling como en fantasía fina.

A partir del año 2003 la empresa comienza a operar como Yobel SCM, unificando los negocios y centralizando los procesos bajo el concepto único de Supply Chain Management, al tiempo que incrementa su posicionamiento internacional.

Hoy, Yobel SCM es una Corporación sólida presente en doce países: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Perú, Puerto Rico, República Dominicana y USA.

Una vez conocido el entorno de la empresa entonces queda claro que la unidad productora de joyería de fantasía es YOBEL SCM COSTUME JEWELRY, el problema principal que trata este trabajo de investigación era poder solucionar la pregunta: ¿Cómo bajar y después controlar el contenido de plomo de las piezas de joyería de fantasía fina que se producen?. Esta necesidad de disminuir el contenido de plomo de las aleaciones fue producto del afán de poder cumplir con las normas de EEUU sobre el contenido máximo de plomo en Joyería de Fantasía Fina (NORMA N°151 Vol.54 de la US CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION), mejorando la calidad de los productos así como también la salud de los trabajadores y del público consumidor final. Quedando así como política de la empresa fabricar piezas de joyería de fantasía fina con 300 ppm (Partes por millón) como máximo de contenido de Plomo.

Además este trabajo engloba todas las medidas de Ingeniería que se adoptaron para cumplir con el acondicionamiento del trabajo usando la nueva materia prima; también se muestra el seguimiento diario que se ha realizado al contenido de plomo.

Esperando de alguna manera haber satisfecho las dudas del público lector, expongo ante ustedes la presente tesis.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El problema surge a raíz de la necesidad de cumplir con la norma internacional de la “*US Consumer Product Safety Commission*” que regula el contenido de plomo en los productos de Joyería de Fantasía Fina para niños a nivel mundial. La adecuación a la norma implicaría un cambio en la materia prima, generando así la necesidad de la determinación de parámetros óptimos para la correcta elaboración de los productos de joyería de Fantasía Fina que produce la empresa internacional Yobel Supply Chain Management.

Por normativa de la “US Consumer Product Safety Commission” llamada “Children's Products Containing Lead; Interpretative Rule on Inaccessible Component Parts” se establece que el límite máximo permisible para el contenido de plomo en los productos de joyería de fantasía fina que elabora Yobel SCM - Costume Jewelry sea como máximo de 300 ppm.

2.1.1.- EL PROBLEMA FUNDAMENTAL

El problema fundamental consiste básicamente en el elevado y descontrolado contenido de plomo de los metales blancos que se procesaron; pues de estas se obtienen productos de bisutería fina (Joyería de fantasía fina) tales como: aretes, collares, dijes, cadenas, etc. Es por ello su estricto control y la gran importancia que tiene la reducción del contenido de este metal.

2.2.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se justifica porque aplicando la reducción de plomo en las aleaciones que se procesan, se podrá comercializar los productos de Joyería de Fantasía fina hacia otros mercados de joyería donde los controles del contenido de elementos nocivos como el plomo son más estrictos (EEUU); así también se podrá cumplir con el pedido de los principales clientes de YOBEL (Cyzone, Esika y Finart) en lo que respecta a regulación del contenido de plomo para los productos de bisutería fina que se procesa.

2.2.1.- JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Empleando nuevas y modernas máquinas centrífugas, procedimiento de trabajo no antes usado y modificando las principales variables operativas del proceso, se logrará disminuir en más de mil veces el contenido de plomo inicial. Aplicando así diversas modificaciones tecnológicas apropiadas para las pequeñas, medianas y grandes Empresas de Bisutería Fina peruanas.

2.3.- OBJETIVOS

2.3.1.- OBJETIVO GENERAL

Desarrollar joyas de fantasía fina con un contenido de plomo máximo de 300 ppm, que permita cumplir con la norma actual de la *US Consumer Product Safety Commission*, satisfaciendo así los requerimientos de los principales clientes de YOBEL SCM, así como también incursionar a mercados extranjeros donde el control del contenido del metal de plomo es mucho más estricto (EEUU).

2.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Elegir la mejor aleación en metal blanco a usar y el correcto procedimiento de elaboración de bisutería fina con el fin de obtener piezas en metal blanco con un mínimo contenido de plomo y buena calidad final.
- ✓ Controlar el contenido de plomo, teniendo como uno de los objetivos específicos alcanzar un máximo de 300 ppm de plomo en todas las piezas de joyería de fantasía fina que procesa Yobel SCM.
- ✓ Estudiar a la nueva aleación elegida (familiarización con el metal, detección de parámetros de colado centrífugo óptimos, modificaciones en los diseños de los moldes, estandarización del procedimiento de trabajo, etc.) para obtener mejor acabado superficial de las joyas de fantasía.

2.4.- HIPÓTESIS:

El cambio de la aleación de Metal Blanco inicial que contenía en su composición un 58% de plomo por otra aleación de Metal Blanco que tenga en su composición química un máximo de 200 ppm de Plomo así como la determinación de los parámetros óptimos de la nueva aleación y la elaboración del procedimiento correcto de trabajo; mejorarán la calidad de las joyas y se cumplirá con los estándares internacionales de regulación de contenido de plomo para la fabricación de Joyería de Fantasía Fina donde el contenido máximo de plomo permisible es de 300 ppm.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1.- – DEFINICIÓN DE BISUTERÍA

Se denomina bisutería (ó Joyería de Fantasía Fina) a la industria que produce objetos o materiales de adorno que imitan a la joyería pero que están hechos de metales no preciosos.

La bisutería suele usar materiales muy diversos, desde metales en Base de Estaño hasta los alambres de latón. Los objetos confeccionados con metales o sus aleaciones suelen llevar un recubrimiento de metal precioso, como el oro ó la plata. Dependiendo de la calidad del recubrimiento un adorno de bisutería fina, de este tipo, puede llegar a ser prácticamente indistinguible de una joya. Los metales preciosos suelen ser muy densos y por tanto las pequeñas piezas que se elaboran con ellos para su tamaño son bastante pesadas (Joyería).

En cadenas y colgantes se suele usar el latón recubierto con capas deoros de entre 1 a 5 micras de espesor para evitar la formación de alteraciones epidérmicas provocadas por reacciones de tipo alérgico.

Hoy en día, también se engloban dentro de la bisutería, aquellas piezas que están elaboradas con piedras con cierto parecido a las gemas, pero que no llegan a ser piedras preciosas, engarzadas con metales.

3.2- EL PLOMO Y SU INFLUENCIA EN LA JOYERÍA DE FANTASÍA FINA

3.2.1.- VENTAJAS DEL USO DE PLOMO EN LA JOYERÍA DE FANTASÍA FINA

Las ventajas del plomo como componente en las aleaciones destinadas para la fabricación de Joyas de Fantasía Fina conocidas como Metales Blancos, son las siguientes:

- a) Mayor Colabilidad: Es decir ayuda al recorrido del metal dentro del molde, facilitando así la reproducción total de las piezas de joyería de fantasía fina.
- b) Menor Punto de Fusión: A comparación de otros elementos aleantes de los Metales Blancos como el cobre.

- c) Menor Costo: Mientras más contenido de plomo tenga la aleación de Metal Blanco más barata será la aleación.



Fig. 1 – Piezas de Joyería de Fantasía Fina - Colgantes

3.2.3.- DESVENTAJAS DEL PLOMO EN LA JOYERÍA DE FANTASÍA FINA

El plomo es un metal tóxico para las personas, especialmente para los niños, cuando es ingerida. Ya no es utilizado como un aditivo de la gasolina, o en la pintura con plomo, sin embargo se continúa utilizando en muchos productos. Si por diversas circunstancias es ingerido como piezas de joyería de fantasía (Aretes, Cadenitas, Dijes, Estuches), el plomo se solubiliza y es absorbido por el torrente sanguíneo, almacenándose en muchos tejidos y órganos del cuerpo, incluyendo el hígado, los riñones, el cerebro, los dientes y los huesos. Los altos niveles pueden causar serios problemas de salud en niños y puede afectar a casi todos los sistemas orgánicos del cuerpo, causando diversos síntomas.

3.3.-ALEACIONES DE METALES BLANCOS (NUEVOS PELTRES)

Los metales blancos son aleaciones ligeras de color blanquecino, utilizados como base para adornos, joyería de fantasía fina u otros, las aleaciones a base de estaño son usadas para la fabricación de rodamientos, figuras en miniatura, tapones fusibles y algunas medallas. La fabricación de los metales blancos o también conocidos como nuevos peltres, está determinada por la norma **ASTM 89645**, en donde señala la composición química de estas aleaciones tal y como lo presentado en el cuadro de abajo proporcionado por la empresa ZINSA.

Algunos de los metales que componen la aleación de metal blanco son el antimonio, estaño, plomo, cadmio, bismuto y zinc. No todos estos metales se encuentran en todas las aleaciones de metal blanco, pero se mezclan para lograr características fisicoquímicas requeridas.

3.3.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES METALES BLANCOS PARA BISUTERÍA

Aleaciones de Estaño (Metales Blancos)			METAL BLANCO 36%	METAL BLANCO 36% (1)	METAL BLANCO 92% (1)	METAL BLANCO 92% (2)
Composición Química (%)	Sn	Min	35.500	35.500	91.500	91.500
		Max	36.500	36.500	92.500	92.500
	Pb	Min	Balance	Balance	Balance	3.5000
		Max				4.5000
	Sb	Min	2.9000	2.4000	2.2000	3.5000
		Max	3.3000	2.6000	2.8000	4.5000
	Cd	Min	2.8000	3.0000	1.2000	
		Max	3.2500	3.3000	1.8000	
	Cu	Min				
		Max	0.0020	0.0020	0.0040	0.0040
	Zn	Min				
		Max	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
	Fe	Min				
		Max	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
	Al	Min				
		Max			0.0010	0.0010
	Ni	Min				
		Max	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020
	Ag	Min				
		Max	0.0010	0.0010		

	As	Min			
		Max			0.0100
	Bi	Min			
		Max	0.0050	0.001	0.0100

* Fuente: Zinc Industrias Nacionales SA.

3.4.- EL PELTRE ANTIGUO

El peltre es una aleación antigua, que está compuesta por estaño, cobre, antimonio y plomo. Es maleable, blando y de color blanco con alguna similitud a la plata, poco reactivo y funde a 320 °C por lo que su utilización para adornos es muy común. Esta sustancia fue utilizada por Niepce para tomar la primera fotografía. Es Durable y maleable, con el tiempo adquiere una interesante pátina y puede ser forjado de cualquier forma.

Tradicionalmente con una aleación de 85 al 99% de estaño con un 1 a 4 % de cobre para darle mayor dureza, si se le agregan un pequeño porcentaje de plomo se colorea azulado. Su aspecto es brillante, pulido y parecido a la plata, al igual que este metal tiende a ennegrecerse por efecto de la oxidación si no recibe tratamiento químico. Tiene un bajo punto de fusión.

Las aleaciones de Peltre son:

- 1) Aleación de Peltre “Fina”: Material de cubiertos. Compuesto de 96-99% de estaño y 1-4% de cobre.
- 2) Aleación de Peltre “Trifle”: También para cubiertos y vajilla rústica. Compuesto de 92% de estaño, 1-4% de cobre y más del 4% de plomo.
- 3) Aleación de Peltre “Lay”: se utilizó para los artículos que no estaban en contacto con alimentos o bebidas. Consistía de estaño con un 15% de plomo.

3.5.-MODELOS Y MOLDES DE FUNDICIÓN

Se denomina fundición al proceso de fabricación de piezas, comúnmente metálicas pero también de plástico. Consiste en fundir un material y verterlo en una cavidad preparada llamada molde, donde se solidifica.

El proceso tradicional es la fundición en arena, por ser ésta un material refractario muy abundante en la naturaleza y que, mezclada con arcilla, adquiere cohesión y moldeabilidad sin perder la permeabilidad que posibilita evacuar los gases del molde al tiempo que se vierte el metal fundido.

La fundición en arena consiste en colar un metal fundido, típicamente aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros, en un molde de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida.

Para la fundición con metales como el hierro o el plomo, que son significativamente más pesados que el molde de arena, la caja de moldeo es a menudo cubierta con una chapa gruesa para prevenir un problema conocido como "flotación del molde", que ocurre cuando la presión del metal empuja la arena por encima de la cavidad del molde, causando que el proceso no se lleve a cabo de forma satisfactoria.

Para lograr la producción de una pieza fundida es necesario hacer las siguientes actividades:

1. Diseño de los modelos de la pieza y sus partes internas
2. Diseño del molde
3. Preparación de los materiales para los modelos y los moldes
4. Fabricación de los modelos y los moldes
5. Colado de metal fundido
6. Enfriamiento de los moldes
7. Extracción de las piezas fundidas
8. Limpieza de las piezas fundidas
9. Terminado de las piezas fundidas

10. Recuperación de los materiales de los moldes

3.5.1.- MOLDES TEMPORALES

Los recipientes con la forma deseada se conocen como moldes, éstos se fabrican de diferentes materiales como: arena, yeso, barro, metal, etc. Los moldes pueden servir una o varias veces. En el primer caso se les conoce como moldes temporales y los que se pueden reutilizar se les conoce como moldes permanentes.

3.5.2.- MODELOS DESECHABLES Y REMOVIBLES

Los moldes se fabrican por medio de modelos los que pueden ser de madera, plástico, cera, yeso, arena, poliuretano, metal, etc. Si los modelos se destruyen al elaborar la pieza, se dice que no son desechables y si los modelos sirven para varias fundiciones se les llama removibles.

3.5.3.- MOLDES DE ARENA

Uno de los materiales más utilizados para la fabricación de moldes temporales es la arena sílica o arena verde (por el color cuando está húmeda). El procedimiento consiste en el recubrimiento de un modelo con arena húmeda y dejar que seque hasta que adquiera dureza.

3.5.4.- MOLDES DE CAPA SECA

Es un procedimiento muy parecido al de los moldes de arena verde, con excepción de que alrededor del modelo (aproximadamente 10 mm) se coloca arena con un compuesto que al secar hace más dura a la arena, este compuesto puede ser almidón, linaza, agua de melaza, etc. El material que sirve para endurecer puede ser aplicado por medio de un rociador y posteriormente secado con una antorcha.

3.5.5.- MOLDES CON ARENA SECA

Estos moldes son hechos en su totalidad con arena verde común, pero se mezcla un aditivo como el que se utiliza en el moldeo anterior, el que endurece a la arena cuando se seca. Los moldes deben ser cocidos en un horno para eliminar toda la humedad y por lo regular se utilizan cajas de fundición, como las que se muestran más adelante. Estos moldes tienen mayor resistencia a los golpes y soportan bien las turbulencias del metal al colarse en el molde.

3.5.6.- MOLDES DE ARCILLA

Los moldes de arcilla se construyen al nivel de piso con ladrillos o con materiales cerámicos, son utilizados para la fundición de piezas grandes y algunas veces son reforzados con cajas de hierro. Estos moldes requieren mucho tiempo para su fabricación y no son muy utilizados.

3.5.7.- FUNDICIÓN EN MOLDES FURÁNICOS

Este proceso es bueno para la fabricación de moldes o corazones de arena. Están fabricados con arena seca de grano agudo mezclado con ácido fosfórico, el cual actúa como acelerador en el endurecimiento, al agregarse a la mezcla una resina llamada furánica. Con esta mezcla de ácido, arcilla y resina en dos horas el molde se endurece lo suficiente para recibir el metal fundido.

3.5.8.- MOLDES DE CO₂

En este tipo de moldes la arena verde se mezcla con silicato de sodio para posteriormente ser apisonada alrededor del modelo. Una vez armado el molde se inyecta bióxido de carbono a presión con lo que reacciona el silicato de sodio aumentando la dureza del molde. Con la dureza adecuada de la arena del molde se extrae el modelo, si este fuera removible, para posteriormente ser cerrado y utilizado.

También los procesos de moldeo pueden ser clasificados por el lugar en el que se fabrican.

1. Moldeo en banco. Este tipo de moldeo es para trabajos pequeños y se fabrican en un banco que se encuentre a la mano del trabajador.
2. Moldeo de piso. Para piezas grandes en las que su manejo es difícil y no pueden ser transportadas de un sitio a otro.
3. Moldeo en fosa. Cuando las piezas son extremadamente grandes y para su alimentación es necesario hacer una fosa bajo el nivel medio del piso.

3.5.9.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODELOS DESECHABLES

VENTAJAS

1. Para la fabricación de moldes sin máquinas de moldeo se requiere menos tiempo.
2. No requieren de tolerancia especiales.
3. El acabado es uniforme y liso.
4. No requiere de piezas sueltas y complejas.
5. No requiere de corazones
6. El moldeo se simplifica notablemente.

DESVENTAJAS

1. El modelo es destruido en el proceso de fundición.
2. Los modelos son más delicados en su manejo.
3. No se puede utilizar equipo de moldeo mecánico.
4. No se puede revisar el acabado del molde.

3.6.- PROCESOS ESPECIALES DE FUNDICIÓN

3.6.1.- FUNDICIÓN EN MOLDES METÁLICOS

La fundición en moldes permanentes hechos de metal es utilizada para la producción masiva de piezas de pequeño o regular tamaño, de alta calidad y con metales de baja temperatura de fusión. Sus ventajas son que tienen gran precisión y son muy económicos, cuando se producen grandes cantidades. Existen varios tipos de moldes metálicos utilizados para la fabricación de piezas por lo regular de metales no ferrosos, a continuación se mencionan algunos de los más utilizados.

3.6.2.- MOLDEO POR INYECCION

En este proceso el metal líquido se inyecta a presión en un molde metálico (matriz), la inyección se hace a una presión entre 10 y 14 Mpa, las piezas logradas con este procedimiento son de gran calidad en lo que se refiere a su terminado y a sus dimensiones. Este procedimiento es uno de los más utilizados para la producción de grandes cantidades de piezas fundidas. Se pueden utilizar dos tipos de sistema de inyección en la fundición en matrices.

- Cámara caliente
- Cámara fría

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

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

3.6.3.- COLADA Y MOLDEO POR GRAVEDAD

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

3.6.4.- COLADO Y MOLDEO HUECO

Es un sistema de producción de piezas metálicas huecas sin corazones fijos. Consiste en vaciar metal fundido en un molde que es volteado cuando se empieza a solidificar el metal. El metal que no se ha solidificado sale del molde para ser utilizado en otra pieza y el metal solidificado forma las paredes de la pieza. El resultado son paredes delgadas de metal.

3.6.5.- MOLDEO PRENSADO O DE CORTHIAS

Es un proceso para producir piezas huecas pero de mayor calidad que la fundición hueca. Se vacía una cantidad específica de metal fundido en el interior de un molde con un extremo abierto por el que se introduce un corazón que obliga al metal fundido a distribuirse uniformemente en todo el molde, una vez que empieza a solidificarse el metal del molde, se extrae el corazón, lo que origina una pieza de buena calidad. Este sistema de fundición es considerado como artesanal y sólo es rentable cuando se van a fabricar pocas piezas.

3.6.6.- MOLDEO EN CÁSCARA CERÁMICA

Es un proceso parecido al de la cera perdida, sólo que en este proceso el modelo de cera o un material de bajo punto de fusión se introduce varias veces en una lechada refractaria (yeso con polvo de mármol) la que cada vez que el modelo se introduce este se recubre de una capa de la mezcla, generando una cubierta en el modelo. Posteriormente el modelo y su cáscara se meten en un horno con lo que el material refractario se endurecerá y el modelo se derrite. Así se tiene un molde listo para ser llenado con un metal y producir una fundición sólida o hueca.

3.6.7.- COLADA EN MOLDE DE YESO

Cuando se desea la fabricación de varios tipos de piezas de tamaño reducido y de baja calidad en su terminado superficial, se utiliza el proceso de colada en molde de yeso. Este consiste en la incrustación de las piezas modelo que se desean fundir, en una caja llena con pasta de yeso, cuando se ha endurecido el yeso, se extraen las piezas que sirvieron de modelo y por gravedad se llenan las cavidades con metal fundido. Este proceso puede producir grandes cantidades de piezas fundidas con las formas deseadas.

3.6.8.- COLADA Y MOLDEO POR CENTRIFUGADO

El proceso de fundición centrífuga o centrífuga, consiste en depositar una capa de fundición líquida en un molde de revolución girando a gran velocidad y solidificar rápidamente el metal mediante un enfriamiento continuo del molde o coquilla. Las aplicaciones de este tipo de fundición son muy variadas, yendo desde la fabricación de telescopios o partes de joyería hasta las tuberías.

. Existen tres tipos de fundición centrífuga:

- I. Fundición centrífuga real.
- II. Fundición semicentrífuga.
- III. Fundición centrífuga o centrifugado.

FUNDICIÓN CENTRÍFUGA REAL

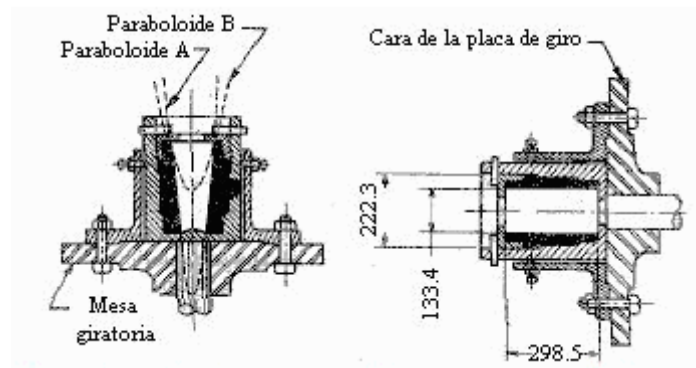


Fig. 2 – Método de fundición centrífuga real, para cilindros de motor radial.

Es el procedimiento utilizado para la fabricación de tubos sin costura, camisas y objetos simétricos, los moldes se llenan del material fundido de manera uniforme y se hace girar al molde sobre su eje de rotación.

FUNDICIÓN SEMICENTRÍFUGA

Es un método en el que el material fundido se hace llegar a los extremos de los moldes por la fuerza centrífuga que genera hacer girar a los moldes, los extremos se llenan del material fundido, con buena densidad y uniformidad. El centro tiene poco material o de poca densidad. Por lo regular el centro en este tipo de sistemas de fundición es maquinado posteriormente.

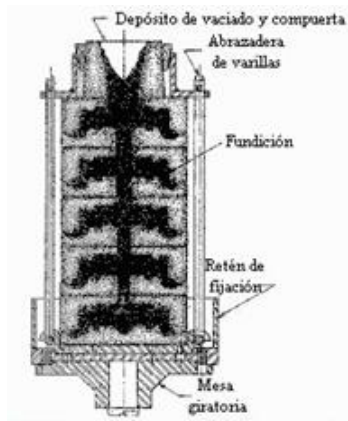


Fig. 3 – Moldeo cemicentrífugo, en montón, de ruedas de ferrocarril

FUNDICIÓN CENTRIFUGADA O CENTRIFUGADO

Es un sistema donde por medio de un tallo se hace llegar metal fundido a racimos de piezas colocadas simétricamente en la periferia. Al poner a girar el sistema se genera fuerza centrífuga la que es utilizada para aumentar la uniformidad del metal que llena las cavidades de los moldes.

TECNOLOGÍA DE LA FUNDICIÓN CENTRIFUGA

El metal se vierte caliente y fluido en una espiral que se transforma inmediatamente en una capa regular y continua del metal líquido, mantenida en forma cilíndrica por las fuerzas de inercia centrífugas creadas por la rotación de la coquilla. Esta fuerza centrífuga que se desarrolla lanza el metal líquido contra las paredes del molde y aumenta su presión, facilitando el llenado de los huecos y la solidificación en este estado. Simultáneamente se refrigera la coquilla por su exterior para absorber el calor y bajar la temperatura de la fundición hasta la temperatura de solidificación. En el curso de su enfriamiento, el metal líquido sufre una contracción térmica progresiva. El enfriamiento que sigue tiene como efecto una contracción térmica suplementaria del elemento sólido, que se despegue de la coquilla y puede entonces extraerse.

Las características de la fundición dependen de varios parámetros que deben controlarse para tener una producción uniforme. Estos factores son, principalmente:

- ✓ La temperatura de colada.
- ✓ La composición del material a utilizar.

Las instalaciones suelen ser muy costosas y sólo se amortizan fabricando grandes series. Este método de conformación por moldeo tiene su génesis en el desarrollo de las tuberías para saneamiento.

La colada centrífuga es adecuada para la fabricación de cuerpos de revolución huecos, por ejemplo tubos, cilindros, y también casquillos de cojinete.

3.6.9.- FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Es un proceso muy antiguo para la fabricación de piezas artísticas. Consiste en la creación de un modelo en cera de la pieza que se requiere, este modelo debe tener exactamente las características deseadas en la pieza a fabricar. El modelo de cera es cubierto con yeso o un material cerámico que soporte el metal fundido. Para que seque ese material cerámico se introduce a un horno, con ello el material cerámico se endurece y el modelo de cera se derrite. En el molde fabricado se vacía el metal fundido y se obtiene la pieza deseada. Es un proceso que es utilizado para la fabricación de piezas ornamentales únicas o con muy pocas copias.

3.7 - PROCESO DE FUNDICIÓN UTILIZADO EN LA ELABORACIÓN DE JOYAS DE YOBEL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT COSTUME JEWELRY

El método de fundición empleado para la elaboración de piezas de Joyería de Fantasía Fina en YOBEL SCM es la de Fundición Centrífuga en Moldes de Caucho Negro (Spin Casting). A continuación se procederá a describir el proceso.

3.7.1. – FUNDICIÓN CENTRIFUGA EN MOLDES DE CAUCHO NEGRO

La fundición centrífuga es un método que utiliza la fuerza centrífuga para producir piezas fundidas a partir de un molde de caucho (negro). El material de fundición por lo general es el Metal Blanco. Una vez fundido este metal, se vierte a través de un orificio en la parte superior de la máquina centrífuga que conecta con el centro del molde, el molde lleno de metal gira a grandes velocidades hasta que el metal llene las cavidades del molde y quede completamente solidificado.

Existen algunos defectos tales como las rebabas que se presentan en las piezas fundidas por el método de fundición centrífuga. Este defecto se controla manipulando principalmente las variables de la máquina centrífuga, una posible alternativa para eliminar el defecto sería: bajar la velocidad de centrifugado y aumentar la presión, en este punto depende mucho la experiencia de la persona que opera la máquina centrífuga.



Fig. 4 Moldes de Caucho Negro.

3.7.1.1. – TIPO DE MOLDE USADO Y VULCANIZACIÓN

El tipo de molde utilizado en el proceso de fundición centrífuga es el molde de caucho negro. La vulcanización es un paso esencial que se produce a la mitad del proceso de fabricación de moldes. Antes de la vulcanización, el molde de caucho negro es suave y maleable. Debido a la naturaleza arcillosa en esta etapa, el molde se puede cortar fácilmente de forma irregular para dar cabida a los modelos. El molde de caucho negro es vulcanizado para su endurecimiento, pudiendo así ser resistente para el colado.

3.7.1.2 - CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE DE CAUCHO NEGRO

El molde de caucho negro está hecho a base de agregado de humo y otros componentes, la composición exacta de estos es el Know How del proveedor.

El diámetro del molde es de 9” y para usarlo, se coloca el molde elaborado en la base de la máquina centrífuga y se procede a programar los parámetros a la máquina centrífuga para luego introducir el metal líquido. La gran ventaja de utilizar el molde de caucho negro es su bajo precio, su gran dureza y el buen acabado superficial que le da a las joyas de fantasía fina que elabora Yobel Supply Chain Management.

Las características más relevantes del molde de caucho negro son las siguientes:

PROPIEDADES FISICAS	MEDIDAS
DUREZA	60 – 65 SHORE A
COLOR	NEGRO
DIAMETRO	9 PULGADAS
ESPESOR	1.5 PULGADAS

**Fuente: Manual técnico de centrifugado - Luis Lapeyre Valdés*

3.7.1.3 - TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO DE LOS MOLDES

La temperatura de precalentamiento del molde es de 140°C, esta temperatura fue establecida puesto que es la temperatura máxima a la cual el molde es maniobrable con facilidad para el operador. Una vez en proceso, el molde tiende a sobrecalentarse, este problema se controla inyectando directamente aire a presión a los moldes calientes, bajando así rápidamente la temperatura interna del molde y siguiendo con el colado continuo del metal blanco al molde de caucho negro.

3.7.2. – TIPO DE MÁQUINA CENTRIFUGA EMPLEADA (SPIN CASTER)

El tipo de máquina de fundición empleada en el estudio fue la: “Máquina centrífuga semiautomática de 3 platos - NICEM”. Esta es la recomendable para el trabajo de fundición de joyas de fantasía fina, pues posee alta eficiencia en comparación de las máquinas tradicionales utilizadas en el Perú (1 solo plato), aplicando así tecnologías nuevas en la elaboración de las joyas de fantasía fina.

Internamente una máquina de fundición centrífuga consiste en un motor y un sistema de presión de sujeción que sujeta al molde correctamente mientras se hace girar dicho molde a una velocidad constante. Sin la contención adecuada, el metal fundido caliente puede ser un peligro grave para el operador de la máquina y cualquier otra persona cercana.



Fig. 5 - Máquina Centrífuga



Fig. 6 Nueva máquina centrífuga utilizada en YOBEL SCM

Algunas características físicas de la máquina centrífuga semiautomática de 3 platos son las siguientes:

ENERGÍA	220 volts, 3 fases, 12 amperios
DIÁMETRO DEL PLATO	9 PULGADAS
MÁXIMO ESPESOR DE MOLDE	2 1/4 PULGADAS
DIMENSIONES	51"W x 45"D x 52"H

* Fuente: Nicem – Datos técnicos de Spin Caster.

CAPÍTULO IV

ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO DE PLOMO EMPLEADAS INICIALMENTE EN PLANTA

4.1.- ALEACIÓN DE METAL BLANCO (36%Sn y 58%Pb)

La aleación de METAL BLANCO 36 % Sn, está constituida por los siguientes elementos: Estaño - Plomo - Antimonio – Cadmio, conocida como “metal de 36 % de estaño”, que fue empleada en un determinado tiempo por Yobel SCM Costume Jewelry para la fabricación de piezas de bisutería fina y que contiene 580 000 ppm (58%) de plomo en su composición.



Fig.7 Aleación de Metal Blanco (36% Sn y 58% Pb)

4.1.1.- MATERIALES Y FABRICACIÓN:

El proceso de fabricación de esta aleación es realizado por la empresa **ZINSASA** y para su manufacturarse tomará como documentos aplicables a la materia prima sea: Estaño, plomo, antimonio y cadmio, las normas **ASTM** que se especifican para el metal puro.

Estos lingotes de Metal Blanco 36 son hechos por el proveedor mencionado, de acuerdo con la práctica y experiencia necesaria para obtener la composición química, peso y dimensiones correctas, siendo la calidad y apariencia de los mismos tan uniforme como sea posible.

Durante el proceso de fabricación según lo acordado con el proveedor se deben utilizar: crisoles limpios, libres de óxidos y/o residuos de fusión anterior, siendo recomendable arenarlos antes de fabricar los lingotes para evitar el ingreso de contaminantes (Pb, Sb, Cd, Fe, etc.) a la aleación.

Los lingotes serán fabricados en lingoteras de fierro fundido gris, fierro fundido nodular o acero inoxidable.

4.1.2.- COMPOSICIÓN QUÍMICA:

La composición química de la aleación se indica en la siguiente tabla:

COMPOSICIÓN QUÍMICA METAL DE 36 % DE ESTAÑO

Aleación	Estaño	35.5 - 36.5 %
	Antimonio	2.8 - 3.2 %
	Cadmio	2.8 - 3.2 %
	Plomo	Diferencia
Impurezas	Zinc	0.001 % max. (10 ppm)
	Aluminio	0.001 % max (10 ppm)
	Níquel	0.002 % max. (20 ppm)
	Fierro	0.002 % max . (20 ppm)
	Cobre	0.004 % max. (40 ppm)
	Arsénico	0.010 % max (100 ppm)
	Bismuto	0.010 % max (100 ppm)

- Fuente: Zinc Industrias Nacionales S.A.

Densidad Calculada: $9.6786 \text{ gr} / \text{cm}^3 = 0.350 \text{ lb} / \text{pulg}^3$

4.1.3.- DIMENSIONES Y PESO DE LINGOTES:

Los lingotes de metal de 36 % de estaño son suministrados en barras de sección rectangular o trapezoidal de peso y dimensiones convenientes, cuyo peso está en el rango de 3 a 5 Kg.(6.6-11 Libras).

Dimensiones de los lingotes:

Largo: 27.6 cm

Ancho: 4.8 cm

Alto: 3.3 cm

Forma: Trapezoidal.

4.1.4.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA ANÁLISIS:

Se obtiene un lingote de aproximadamente 3 Kilos por colada de aleación fundida, 2 por cada 1500 Kg. y 3 por cada 3000 Kg. de aleación fundida. En todos los casos los lingotes serán representativos de un lote, el lote está definido por la capacidad del crisol, el cual es vertido en una colada en las lingoteras. La colada es la capacidad del crisol lleno de aleación en estado líquido. El corte del lingote se efectúa con sierra o con broca sin emplear lubricantes. Las virutas son tratadas cuidadosamente con un magneto o imán adecuado para evitar la contaminación con fierro al tomar la muestra.

4.1.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO

VENTAJAS

- ❖ Bajo costo.
- ❖ Para piezas de superficie irregular no plana.

DESVENTAJAS

- ❖ Mayor peso: densidad 9.37 gr/cm^3 .
- ❖ Mayor temperatura de colada: $360^\circ\text{C} - 375^\circ\text{C}$.
- ❖ Mayor viscosidad que el metal de 92% de estaño.
- ❖ Mayor facilidad para formar poros o micro rechupes.
- ❖ No recomendable para superficies planas.

4.2.- “ALEACIÓN DE METAL BLANCO (92%Sn y 4%Pb)

Este metal blanco es una la aleación de estaño - plomo – antimonio, conocida como en el mercado de metales como: “metal 92”, que contiene 92% de estaño, empleada para la fabricación de piezas de bisutería fina.

4.2.1.- MATERIALES Y FABRICACIÓN:

Es el mismo que fue mencionado para el Metal Blanco (36% Sn 58% Pb) en la sección 4.1.1.

4.2.2.- COMPOSICIÓN QUÍMICA:

La composición química de la aleación se indica en la siguiente tabla:

COMPOSICIÓN QUÍMICA METAL DE 92

Aleación	Estaño	91,5 - 92,5 %
	Plomo	Diferencia (4,0 %)
	Antimonio	2.70%
	Cadmio	1.80%
Impurezas	Zinc	0.001 % max. (10 ppm)
	Aluminio	0.0001 % max. (1 ppm)
	Níquel	0.0012 % max. (20 ppm)
	Fierro	0.002 % max. (20 ppm)
	Cobre	0.004 % max (40 ppm)
	Arsénico	0.010 % max. (100 ppm)
	Bismuto	0.005 % max. (50 ppm)

- Fuente: Zinc Industrias Nacionales S.A.

Densidad: 7.4288 gr/cm³ = 0.2683 lb/pulg³

4.2.3.- DIMENSIONES Y PESO DE LINGOTES:

Los lingotes de la aleación de Metal Blanco 92%Sn y 4%Pb son de la forma de barras de sección rectangular o trapezoidal de peso y dimensiones convenientes, cuyo peso está en el rango de 3 a 5 Kg. (6.6 - 11 Libras).

4.2.4.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA ANÁLISIS:

Es el mismo procedimiento mencionado para el Metal Blanco (36% Sn 58% Pb) en la sección 4.1.4.

4.2.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO

VENTAJAS

- ✓ Buen aspecto y calidad superficial.
- ✓ Buena base para la adherencia del plating.
- ✓ Buena capacidad de reproducción.
- ✓ Baja temperatura de colada: 300° - 340° C.
- ✓ Rango de solidificación estrecho.
- ✓ Menor porosidad y mínima absorción de gases.
- ✓ Para piezas en general y en especial aquellas de superficie plana.
- ✓ Menor peso: densidad 7.39 gr/cm³

DESVENTAJAS

- Alto costo comparado con la Aleación de Metal Blanco (36% Sn 58%Pb)
- Sistema de alimentación más grueso, para conservar calor y fluidez debido a menor temperatura de colada.

CAPÍTULO V: ELECCIÓN DE LA NUEVA MATERIA PRIMA A USAR PARA LA FABRICACIÓN DE JOYAS LIBRES DE PLOMO

5.1.- IDEA GENERAL

Conscientes de que el contenido de plomo de las aleaciones de metal blanco que trabaja Yobel era extremadamente elevado 58 % Pb (**580000 ppm**), que por cada día de producción este se veía incrementado (debido a que se trabaja con la olla llena de metal que fue utilizado el día anterior) y por la mejora en la salud de nuestros trabajadores y de nuestros principales clientes: Esika, Cy-Zone y Finart, se optó definitivamente por buscar una nueva aleación que tenga en su composición un bajo contenido de plomo, además que posea las propiedades adecuadas para la correcta fabricación de las joyas de fantasía fina que procesa Yobel. Una vez elegida la nueva aleación (se especifica en la sección 5.4) no fue un proceso sencillo adaptarse a las características de este, pues cambiaron de valor las variables que se manejaron con la antigua materia prima utilizada, debido a que su comportamiento fisicoquímico fue totalmente diferente en comparación con el que se trabajaba antes (alto nivel de plomo). Debido a la gran magnitud del trabajo se unificó fuerzas y se trabajó en equipos multidisciplinarios de: Ingenieros Metalúrgicos, Industriales y Químicos; así como también las áreas de producción, tales como: manufacturabilidad, moldería, centrifugado, control de calidad y otros. Así entonces se estudió la nueva aleación para encontrar el valor correcto de todas las variables operativas del proceso de Fundición y Colado (Temperatura, velocidad, presión, giro, etc.) para cada pieza que se producía en el proceso, también la modificación de moldes pues se trabajaba con otro metal, para luego así poder implantar todas las posibilidades de control del nivel de plomo en dichas piezas de Bisutería Fina.

5.2.- INFLUENCIA DE METALES EN LA NUEVA ALEACIÓN A USAR

Para encontrar a la aleación ideal es necesario saber la influencia de los metales en la aleación de Metal Blanco. Las especificaciones de la aleación de metal de COSTUME JEWELRY fueron elaboradas considerando la influencia de los elementos aleantes, los cuales dan ciertas propiedades físicas como características superficiales, que permiten

obtener piezas de bisutería de calidad. La influencia de los elementos aleantes presentes en nuestra aleación se indica a continuación:

5.2.1.- ANTIMONIO

- ✓ Mejora la dureza y resistencia a la tracción, compresión y fatiga del material.
- ✓ Mayor efecto a bajas temperaturas de trabajo.
- ✓ Mejora el brillo de la aleación.

5.2.2.- CADMIO

- ✓ Reduce la contracción de la aleación.
- ✓ Con el plomo y el estaño forma un eutéctico ternario a 145°C.
- ✓ Reduce la temperatura de líquidus (Límite entre estado Sólido-Líquido).

5.2.3.- PLOMO

- ✓ Con el estaño forma eutéctico a 183°C.
- ✓ Confiere ductilidad a la aleación.
- ✓ Reduce costos de material.

5.2.4.- FIERRO

- ✓ Es considerado una impureza en la aleación.
- ✓ Es un contaminante que forma puntos duros en la aleación.
- ✓ Durante el recubrimiento electrolítico contamina los baños galvánicos.
- ✓ Su procedencia es por el empleo metales no puros.

5.2.5.- ZINC

- ✓ Es una impureza muy perjudicial aún en muy pequeñas cantidades.
- ✓ Decolora la aleación.
- ✓ Produce escoria con facilidad.
- ✓ Se le reconoce por la vibración superficial del líquido.
- ✓ Su ocurrencia es por el trabajo en paralelo con aleaciones de base de zinc o latones.

5.2.6.- ALUMINIO

- ✓ Es una impureza perjudicial.
- ✓ Produce decoloración de la aleación.
- ✓ Forma con facilidad óxido de aluminio.

5.2.7.- COBRE

- ✓ Este metal da dureza a la aleación de metales blancos, generalmente se encuentra de 0.5 – 4 %.
- ✓ Aumenta el punto de fusión de la aleación.

5.2.8.- BISMUTO

- ✓ Ayuda a mantener la estética de la joya de fantasía fina elaborada.

5.3.- OPCIONES DE MATERIAS PRIMAS A EMPLEAR

Para encontrar nuestra correcta aleación comenzamos a buscar en el mercado diferentes proveedores de metales blancos que dentro de la composición de las aleaciones que ofrezcan tengan un contenido alto de estaño y bajo contenido en plomo. Se estudió las cotizaciones de ellos y se eligió como proveedor a ZINSA SA por ser una empresa con certificados de calidad garantizados y por presentarnos dos alternativas para la fabricación de nuestras piezas, claro que con el menor contenido de plomo posible (300 ppm como máximo), las aleaciones ofrecidas fueron:

1. Metal Blanco 97%, Free Pb, Sb 2%, Bi 1%

COLADA	Pb	Cd	Sb	Bi	Sn
55	0.01	0.001	2.0	1.0	Balance

- 2.- Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4% (Código: 9570)

COLADA	Cu	Pb	Cd	Bi	Sn
32	0.4	0.01	0.001	2.4	Balance

5.4.MATERIA PRIMA ELEGIDA: “METAL BLANCO 97%” (FREE Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%).

Teniendo estas dos alternativas, se procedió a trabajar con la primera aleación (Metal Blanco 97% Sn, Free Pb, Sb 2%, Bi 1%), no presentándose problemas para piezas de estuches (aretes, collares, etc.), pero si se presentaron para las piezas grandes, en la cual se atenuaron los problemas de porosidad, habiendo también problemas de mal llenado graves, descartando así el uso de esta aleación.



Fig.8Metal Blanco 97%” (FREE Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%)

Luego probamos la aleación número 2, la cual fue: **Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%**, está redujo el problema de porosidad notoriamente dando buenos acabados para piezas pequeñas y piezas grandes, pudiendo controlar así el problema del mal llenado. Este estudio del metal fue muy innovador, amplio y se detalla a continuación:

Una vez que se aceptó trabajar con la nueva aleación, se comenzó a estudiar esta aleación denominada “**Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%**”, entonces se procedió a reconocer su comportamiento metalúrgico, sus propiedades físicas y químicas entre otros.

Después de 3 meses de pruebas, en donde el objetivo era encontrar pieza por pieza aquellos parámetros óptimos en donde la calidad de cada modelo(aretes, collares, estuches, etc.) tenía que resultar tal igual como la calidad que se tuvo con los metales blancos que contenían altos niveles de plomo (Metal 36 y Metal 92).

Las variables que se manejan para la elaboración de joyas de bisutería fina por el método de fundición centrífuga, con el uso de la nueva aleación tratada son:

- Temperatura.
- Velocidad.
- Presión.
- Tiempo de Maquinado y Giro.

Cabe resaltar que el cambio de la aleación de Metal Blanco 92% a la aleación de Metal Blanco 97% fue paulatinamente, puesto que no se podía reemplazar instantáneamente toda la materia prima por otra hasta encontrar las variables óptimas del proceso de fundición centrífuga (Temperatura, Presión, Velocidad y Giro) para la nueva aleación de Metal Blanco 97%.

5.4.1- DESCRIPCIÓN VARIABLES OPERATIVAS DEL PROCESO DE CENTRIFUGADO

5.4.1.1.- TEMPERATURA

Es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Para nuestro caso, al hablar de temperatura nos referimos a la temperatura de colada óptima. La temperatura de colada que deseamos asignar depende mucho del tipo de pieza que se desea reproducir, por ejemplo para piezas grandes y lisas se puede trabajar a una $T^{\circ} = 250^{\circ} \text{C}$ y para piezas pequeñas en donde es necesario una mayor fluidez del metal puede llegar hasta los 300°C .

5.4.1.2.- PRESIÓN

Es una magnitud física escalar que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

En el proceso de centrifugado esta se controla por medio de una manija rotatoria que posee la máquina centrífuga, variando en el rango de 1 – 4 Bar. Esta variable depende del tipo de pieza que se desea fabricar y sobretodo se ajusta visualizando el acabado de las piezas antes centrifugadas.

5.4.1.3.- VELOCIDAD

Esta variable es utilizada para controlar las RPM con la que gira el molde que contiene el metal. Esta es otra de las variables fundamentales del centrifugado puesto que si optamos por un velocidad alta (60 Hz) podemos generar una rápida solidificación de la pieza y si se opta por una velocidad baja podemos obtener algunos inconvenientes en el llenado. Esta variable es ajustada por el maquinista y es regulable.

5.4.1.4.- GIRO:

El giro es una variable a controlar en la máquina centrífuga, puede ser Anti horario u Horario dependiendo de la dirección de giro que se le desee asignar al metal en la colada

centrifuga. Se recomienda que el giro se elija según la dirección de los canales de distribución dentro del molde.

5.5.1.5.-TIEMPO DE CENTRIFUGADO

Para la determinación del tiempo de centrifugado se utilizó el tiempo recomendado por el proveedor de la maquina centrifuga (NICEM) pues estas varían en el rango de 10 a 20 seg, así como también fue de mucha utilidad la habilidad del personal operario.

5.4.2.- DESCRIPCIÓN DEL METAL BLANCO 97% (FREE Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%)

Esta es la aleación elegida y con la que se trabajó para la elaboración de la presente tesis. Es conocida en el mercado de metales como metal blanco y es provista por la empresa ZINSA SA, con una especial particularidad en los contenidos de los elementos aleantes (Pues tiene el menor contenido de Plomo que todos los demás Metales Blancos), esta es fabricada de manera especial para YOBEL SCM COSTUME JEWELRY, quedando así con el nombre de “*Aleación de METAL BLANCO 97% Sn - LEAD FREE*”.

5.4.3.- MATERIALES Y FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de esta aleación es realizado por **ZINSASA** y para su elaboración se tomará como documentos aplicables a la materia prima sea: Estaño, plomo, antimonio y cadmio, las normas **ASTM** que se especifican para el metal puro.

Estos lingotes de Metal Blanco 97 – Lead Free, son hechos por el proveedor mencionado, de acuerdo con la práctica y experiencia necesaria para obtener la composición química, peso y dimensiones correctas, siendo la calidad y apariencia de los mismos tan uniforme como sea posible.

Durante el proceso de fabricación según lo acordado con el proveedor se deben utilizar: crisoles limpios, libres de óxidos y/o residuos de fusión anterior, siendo recomendable arenarlos antes de fabricar los lingotes para evitar el ingreso de contaminantes a la aleación.

En todos los casos los lingotes serán fabricados en lingoteras de hierro fundido gris, hierro fundido nodular o acero inoxidable.

5.4.4.- COMPOSICIÓN QUÍMICA

Aleación	Estaño	96,5 - 97,5 %
	Bismuto	2,3 – 2,5 %
	Cobre	0.35 – 0.45 %
Impurezas	Plomo	0.03% máx. (300 ppm)
	Cadmio	0.002 % máx. (20 ppm)
	Zinc	0.001 % max. (10 ppm)
	Aluminio	0.0001 % max. (1 ppm)
	Níquel	0.0012 % max. (20 ppm)
	Fierro	0.002 % max. (20 ppm)

✓ Fuente: Zinc Industrias Nacionales SA

5.4.5.- DIMENSIONES Y PESO DE LINGOTES

Los lingotes de metal de 97 – Lead Free, son barras de sección rectangular o trapezoidal de peso y dimensiones convenientes, cuyo peso está en el rango de 3 a 5 Kg. (6.6 - 11 Libras).

5.4.6.- PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA ANÁLISIS

Este procedimiento es idéntico que el señalado en la sección 4.2.4.

5.4.7.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO

VENTAJAS

- ✓ Buen acabado superficial
- ✓ Relativa dureza
- ✓ Corto rango de solidificación
- ✓ Baja densidad
- ✓ Gran flexibilidad
- ✓ Relativa Fluidéz

DESVENTAJAS

- ✓ Tendencia a formar poros en piezas fundidas.
- ✓ Mayor capacidad calorífica

5.4.8.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE FUSIÓN Y DE COLADA: Para la determinación de la temperatura de fusión, será necesario tener la composición promedio de la aleación.

Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%

Colada	Cu	Pb	Cd	Bi	Sn
75	0.4	0.002	0.0015	2.4	Balance

✓ **Fuente:** Zinc Industrias Nacionales S.A.

Para obtener del diagrama de fases ternario la temperatura óptima de trabajo así como la fase presente en la solidificación de la nueva aleación *Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%*, trabajamos con la composición química de los elementos contenidos en la aleación, que están en mayor proporción: (Sn 97%, Bi 2.4 % y Cu 0.4%), luego trasladamos estos datos en el diagrama de equilibrio ternario Sn –Bi- Cu. Quedando Así:

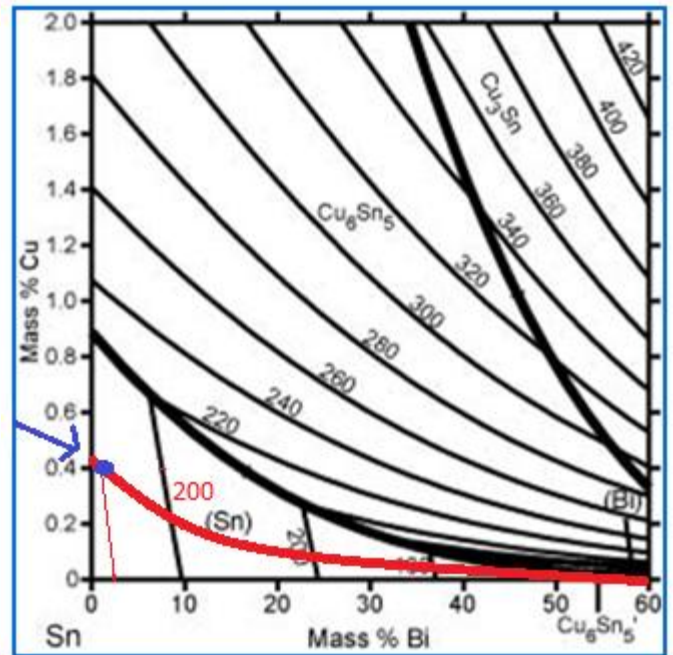
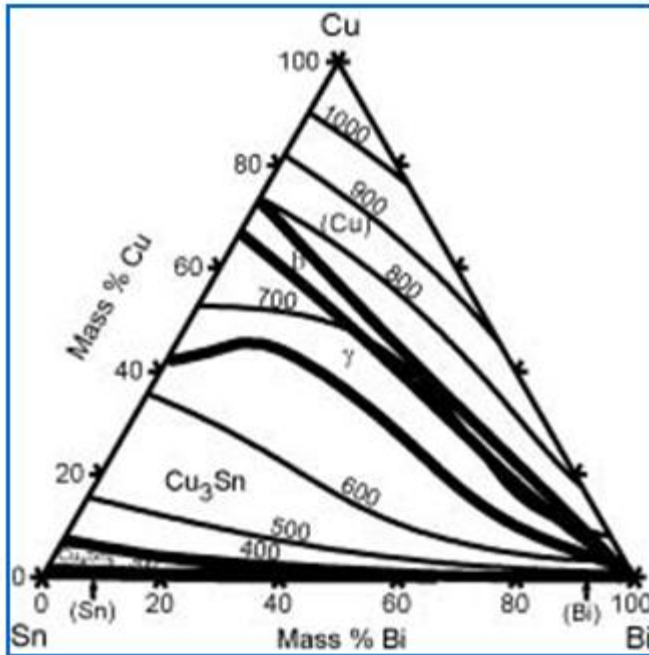


Fig. 9 – Diagrama Ternario Sn-Bi-Cu

Fig. 10– Diagrama Alto contenido de Sn

El diagrama B arroja como Temperatura de fusión la de 200° C, con esta Temperatura la aleación se convertirá en un estado pastoso, cabe resaltar que la temperatura de colada debe ser de 15°C a 30°C más que esta, asegurando que todos los cristales de Bi se fundan y halla una óptima fluidez, dando el resultado de $T^{\circ} = 230^{\circ}\text{C}$, que es la Temperatura de fusión a la que debe trabajar la aleación “Metal Blanco 97% Sn 2.4% Bi, 0.4%Cu”. Sin embargo las piezas son coladas entre las temperaturas de 250°C a 300°C puesto que al trabajar bisutería fina por ser piezas de pequeñísimos tamaños se necesita de mayor fluidez en el molde. Así mismo la fase que se presenta a tales condiciones de temperatura y composición es la fase (Sn).

5.5.- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS EN EL CENTRIFUGADO USANDO LA NUEVA ALEACIÓN: “METAL BLANCO 97% Sn – LEAD FREE”:

Las pruebas metalúrgicas se realizaron con el uso de la nueva materia prima (Metal Blanco 97% (FREE Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%) y fueron dirigidas a las piezas que más demanda tenían y que mayormente se producían. Los parámetros óptimos hallados, son los siguientes: Temperatura, Presión, Velocidad y Giro; los parámetros varían dependiendo de la pieza de joyería que se desea reproducir. Estas pruebas consistieron en la determinación de parámetros óptimos para la fabricación ideal de las piezas de bijouterie fina libre de defectos superficiales, las cuales se presentan en esta sección.

5.5.1. – TIEMPO DE MÁQUINA EN EL VIBRADO

El proceso de vibrado consiste en introducir la joya dentro de máquinas vibratorias en donde la finalidad de estas es limpiar al metal fundido y eliminar las pequeñas rebabas que existen en las joyas de fantasía fina fundidas. A recomendación del proveedor de máquinas vibradoras (NICEM) el tiempo oscila en el rango de 1 a 3 horas dependiendo del modelo de la pieza.

5.5.2.- ESTUCHE DE ARETES 12 PACK ENC 3/10

EST ARETES 12 PACK ENC 3/10		49584
DESCRIPCION		CODIGO
	MOL COL FLOR CALA 12 PAC	49448
	MOL ARGOLLA 12 PACK 3X12	49449
	MOL COL FLO EPOX 12 PACK	49450
	MOL COLG ROMBO 12 PACK 1	49451
	MOL COLG CUADR 12 PACK 1	49452
	MOL COLG RED CAL 12 PACK	49453
	MOL ARET MARIPOSA 12 PAC	49454
	MOL ARET RED EPOX 12 PAC	49455
	MOL ARET CUADRADO 12 PAC	49456
	MOL ARET NUDO 12 PACK 7X	49457
	MOL ARET ESTRELLA 12 PAC	49458
	MOL ARET TREBOL 12 PACK	49459

49584	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49448	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49449	33	8997	C4	295	48	1	Anti.Horario	OK
49450	33	8997	C4	295	45	1	Horario	OK
49451	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad
49452Z	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad
49453	33	8997	C4	295	47	1	Horario	Presento porosidad
49454	33	8997	C4	295	50	1	Horario	OK
49455	33	8997	C4	295	52	1	Horario	OK
49456	33	8997	C4	295	47	1	Anti.Horario	OK
49457	33	8997	C4	295	48	1	Horario	OK
49458	33	8997	C4	295	50	1	Anti.Horario	OK
49459	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK

49584	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA (horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49448	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49449	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49450	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49451	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	Presento porosidad	OK
49452	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	Presento porosidad	OK
49453	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	2	Presento porosidad	Presento porosidad leve
49454	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49455	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49456	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	Presento porosidad leve
49457	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49458	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	2	OK	OK
49459	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK

5.5.3.- ESTUCHE DE ARETES YARA ENC 4/10

EST ARETES YARA ENC 4/10	EST ARETES YARA ENC 4/10	49738
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL COLG FLOR ARET YARA	49921
	MOL COLG BAR LISO ARE YA	49922
	MOL ARETE CALADO YARA 9X	49923
	MOL ARGOLLA YARA 4X14	49924
	MOL ARETE RED EPOXICO YA	49925
	MOL ARETE ROMBO YARA 8X1	49926
	MOL ARETE RECTA EPOX YAR	49927

49738	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49921	33	8997	C4	295	45	1	Horario	OK
49922	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad
49923	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49924	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49925	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49926	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad
49927	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK

49738	REBAJE	VIBRADO		DESCOLGADO	
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA (horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49921	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49922	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49923	SE CONSIDERARÁ	CENTRIFUGA	1.5	Presento entrada fuerte	Presento entrada fuerte
49924	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49925	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	Presento porosidad leve
49926	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49927	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK

5.5.4.- ESTUCHE DE ARETES MAGIQUE ENC 4/10

EST ARETES MAGIQUE ENC 4/10	EST ARETES MAGIQUE ENC 4/10	50820
	DESCRIPCION	CODIGO
	SEMI ARGOLLA MAGIQUE	51412
	MOLDE ARE CALA MAGIQUE 1	46849
	MOLDE ARETE PERLA MAGIQU	46850
	MOLDE COLGANTE MAGIQUE 1	46851

50820	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
51412	32	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
46849	33	8997	C4	290	47	1	Anti.Horario	Presento porosidad
46850	33	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Se seleccionó para rebaje
46851	33	8997	C4	295	43	1	Anti.Horario	OK

50820	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
51412	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	2	OK	OK
46849	NO SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	Presento porosidad	Presento porosidad casi 50%
46850	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	OK	OK
46851	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK

5.5.5.- ARETES PERLEENA ENC 4/10:

ARETES PERLEENA ENC 4/10	ARETES PERLEENA ENC 4/10	49754
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL ARETE PERLEENA DER 9	49934
	MOL ARETE PERLEENA IZQ 9	49935

49754	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49934	32	8997	C4	295	45	1	Anti.Horario	Pin débil/Se mandó a rebaje
49935	32	8997	C4	290	45	1	Anti.Horario	Pin débil/Se mandó a rebaje

49754	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49934	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	Se dobló pin	Presento pin doblado en casi 50%
49935	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	Se dobló pin	Presento pin doblado en casi 50%

5.5.6.- COLLAR HELEN ENC 4/10:

COLLAR HELEN ENC 4/10	COLLAR HELEN ENC 4/10	49803
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL DIJ COLLAR HELEN 18	49977

49803	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49977	33	8997	C4	250	47	1	Anti.Horario	Presento porosidad

49803	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49977	SE CONSIDERO	VIBRADORA	3.5	Presento porosidad	Presento porosidad casi 15%

5.5.7.- COLLAR TERADELLE ENC 3/10:

COLLAR TERADELLE ENC 3/10	COLLAR TERADELLE ENC 3/10	49335
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL DIJ ENG COL TERADELL	49335

49335	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49335	32	9570	C4	250	47	2	Anti.Horario	OK

49335	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49335	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	Presento porosidad	OK

5.5.8.- ROSARIO MYSTERY ENC 4/10:

ROSARIO MYSTERY ENC 4/10		ROSARIO MYSTERY ENC 4/10	49771
		DESCRIPCION	CODIGO
		MOL DIJ CRUZ COLL ROSAR	49954
		MOL DIJ CENTR COL ROSAR	49955

49771	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49954	33	9570	C4	295	30	2	Anti.Horario	OK
49955	33	9570	C4	295	40	1	Anti.Horario	OK

49771	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49954	SE CONSIDERARÁ	VIBRADORA	3.5	OK	Presento 4% de poros pero mejoró con el maquinado.
49955	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	OK	OK

5.5.9- ANILLO FREE WINGS T7:

ANILLO FREE WINGS T7	ANILLO FREE WINGS T7	49667
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL AN MARIP WINGS T7 21	49569

49667	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDAD O	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSE RVAC IONE S
49569	32	9570	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK

49667	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(hora s)	OBSERVACIONE S	OBSERVACIONES
49569	SE CONSIDERO	VIBRADORA	3.5	OK	OK

5.5.10.- ESTUCHE DE ARETES LINA 4/10

EST ARETES LINA ENC 4/10	EST ARETES LINA ENC 4/10	50344
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL ARET CUAD LINA 11X11	50283
	MOL ARET RED CAL LAB LIN	50284
	MOL ARG CRIST CALD LINA	50285
	MOL ARET PERLA LINA 10X5	50286

50344	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
50283	33	9570	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad
50284	33	9570	C4	290	40	1	Anti.Horario	OK
50285	33	9570	C4	295	43	1	Anti.Horario	OK
50286	33	9570	C4	295	45	1	Anti.Horario	Presento porosidad

50344	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
50283	SE CONSIDERO	VIBRADORA	2.5	Presento quiñes	OK
50284	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
50285	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
50286	SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	Presento quiñes	Presento quiñes 9%

5.5.11.- ESTUCHE DE ARETES MORNING GLORY ENC 3/10

EST ARET MORNINGLORY ENC 3/10	EST ARET MORNINGLORY ENC 3/10	49629
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL ARGOLLA MORNINGLORY	49527
	MOL COLG OVAL MORNINGLOR	49528
	MOL COLG ESTR MORNINGLOR	49529
	MOL ARET FLOR MORNINGLOR	49530
	MOL ARET OVAL RAYAS MORN	49531
	MOL ARET CORAZON MORNING	49532
	MOL COLG MARIP MORNINGLO	49533

49629	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49527	33	9570	C4	295	43	1	Anti.Horario	OK
49528	33	9570	C4	295	43	1	Anti.Horario	Presento porosidad
49529	33	9570	C4	295	30	1	Anti.Horario	OK
49530	33	9570	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49531	33	9570	C4	295	50	2	Anti.Horario	OK
49532	33	9570	C4	295	47	1	Anti.Horario	OK
49533	33	9570	C4	295	38	1	Anti.Horario	OK

49629	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA(horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49527	SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49528	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	Presento problemas pero de Ag quemado e galvánica.
49529	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49530	SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49531	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49532	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49533	SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK

5.5.12.- ESTUCHE DE ARETE SHINELIGHT ENC 3/10

EST ARET SHINELIGHT ENC 3/10	EST ARET SHINELIGHT ENC 3/10	49585
	DESCRIPCION	CODIGO
	MOL COL ENG RED SHINELI	49460
	MOL ARGOLLA SHINELIGHT 2	49461
	MOL COL FLOR SHINELIGHT	49462
	MOL COL GOT LABR SHINELI	49463
	MOL ARET CUADRA SHINELIG	49464
	MOL ART MARIP CALD SHINE	49465
	MOL ARET CORAZ SHINELIGH	49466

49585	CENTRIFUGADO							
CODIGO	MET.VALIDADO	MET.DE PRUEBA	MAQ.	TEMP. (°C)	VELOC. (Hz)	PRESION (Bar)	SENTIDO/GIRO	OBSERVACIONES
49460	33	9570	C4	295	40	1	Anti.Horario	OK
49461	33	9570	C4	295	47	1	Anti.Horario	OK
49462	33	9570	C4	295	40	1	Anti.Horario	OK
49463	33	9570	C4	295	45	1	Anti.Horario	OK
49464	33	9570	C4	295	47	1	Anti.Horario	OK
49465	33	9570	C4	295	40	1	Anti.Horario	OK
49466	33	9570	C4	295	40	1	Anti.Horario	OK

49585	REBAJE	VIBRADO			DESCOLGADO
CODIGO	OBSERVACIONES	TIPO DE MAQ.	TIEMPO DE MAQUINA (horas)	OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
49460	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49461	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49462	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49463	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49464	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK
49465	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1	OK	OK
49466	NO SE CONSIDERO	CENTRIFUGA	1.5	OK	OK

5.6.- VARIACIONES EN EL MOLDE PARA LA CORRECTA FABRICACIÓN DE JOYAS DE FANTASÍA FINA USANDO LA NUEVA ALEACIÓN:

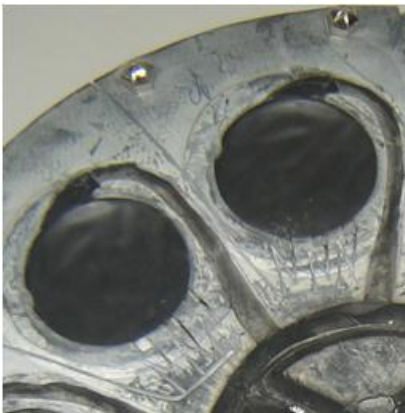
A continuación se presenta algunas de las principales piezas que se deseaban elaborar usando la nueva aleación que se adoptó **Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%**, estas piezas presentaron resistencia en su elaboración pues para su reproducción a cabalidad no bastó con la modificación de sus principales variables operativas en la fundición por centrifugado sino que necesariamente se tenía que atacar el problema en el diseño del molde (caucho negro). Como estos moldes fueron diseñados para el metal 36 y 92 (de mayor contenido de plomo), se tuvieron que modificar algunas partes del molde, pues el metal no era el mismo y lógicamente su comportamiento fue diferente.

La causa fundamental por la cual se optó por el cambio en el diseño del molde es la siguiente:

- ✓ Los modelos a reproducir tenían enormes problemas con la porosidad, debido a que poseían superficies lisas y grandes donde se atenúa este problema.

A continuación se presentan las piezas mencionadas:

5.6.1.- PRUEBA EN DIJES



* CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Diámetro: 46 mm
- ✓ Espesor central: 1.2mm-1.3mm
- ✓ Espesor del contorno: 1.6 mm

Fig.11–Base del molde de la pieza a reproducir.

- ✓ Superficie: ondeado
- ✓ Peso: 20 gr
- ✓ Molde hecho con una sola entrada

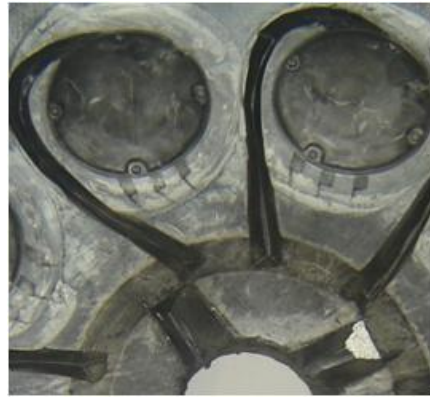


Fig. 12 – Tapa del molde de la pieza a reproducir

***CONCLUSIONES:**



- ✓ Porosidad excesiva acentuándose en el centro.
- ✓ Presentó problemas de mal llenado.
- ✓ Para un acabado en mate, la porosidad pasa desapercibida.
- ✓ Para un acabado en brillante la pieza resultaría rechazada.

Fig. 13 – Vista Frontal de la pieza a reproducir

ALTERNATIVA DE MEJORAS

5.6.1.1.- REBAJE DE CARA

- ✓ Se le rebajó la cara con piedra roja (4873).
- ✓ Se le aumentó 1 hora más de maquina vibradora (3.5).
- ✓ En vibrado se atenúo las líneas dejadas por la piedra de rebaje.
- ✓ Ya bañado se tuvo resultados favorables al ver disminuida la porosidad y las líneas de rebaje.
- ✓ El área de calidad notó una ligera deformación de la pieza, que pasaría desapercibida por su propia forma.



Fig. 14 – Pieza final obtenida con rebaje de cara.

5.6.1.2.-ENTRADA CENTRAL TUBULAR

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Diámetro: 46 mm
- ✓ Espesor central: 1.2mm-1.3mm
- ✓ Espesor del contorno: 1.6 mm
- ✓ Superficie: ondeado
- ✓ Peso:20 gr
- ✓ Molde hecho con 2 entradas laterales y un canal de alimentación central.



*Fig. 15 – Base del molde de la prueba con
Entrada Tubular*

CONCLUSIONES:

- ✓ Se disminuyó notoriamente la porosidad
- ✓ Fue difícil y casi imposible seleccionar.

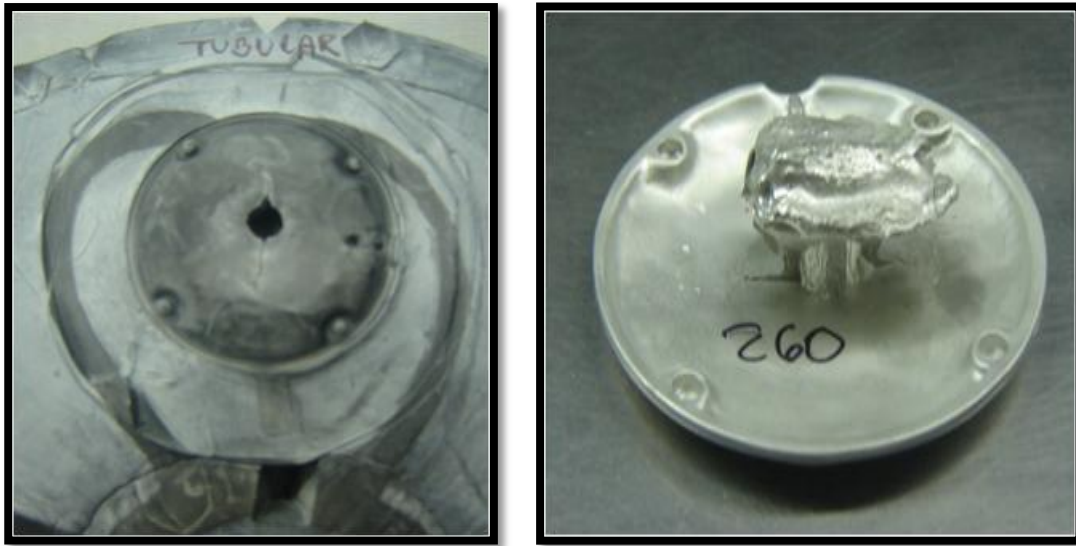


Fig. 16 – Izquierda: Tapa del molde de prueba. Derecha: Pieza final obtenida.

5.6.1.3.- REDUCCIÓN DE ESPESORES MÁS 4 ENTRADAS LATERALES



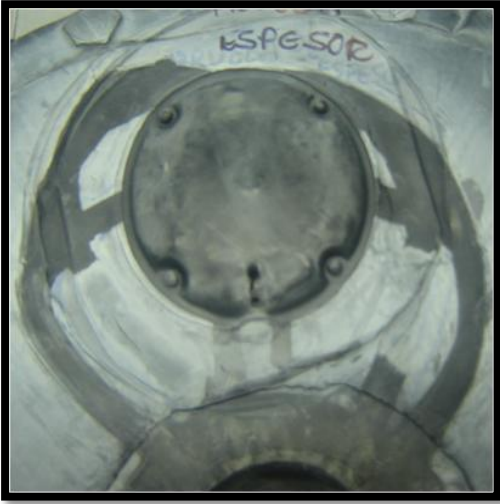
CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Diámetro: 46 mm
- ✓ Espesor central: 0.7 mm -08 mm
- ✓ Espesor del contorno: 1.2 mm
- ✓ Superficie : ondeado
- ✓ Peso: 17 gr

Fig. 17- Molde con cuatro entradas laterales

- ✓ Molde hecho con 4 entradas laterales + reducción de espesores central

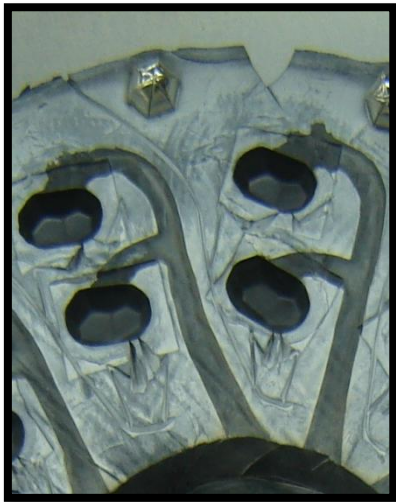
CONCLUSIONES:



- ✓ Disminuyó la porosidad notoriamente
- ✓ No se rebajó la cara
- ✓ No se le dio más tiempo en vibrado
- ✓ Calidad dio aprobación a esta prueba

Fig. 18–Tapa del molde con cuatro entradas.

5.6.2.- PRUEBAS EN ARETES



- El molde fue hecho con la entrada lateral dentro del bisel. Observaciones:

-La entrada gruesa y pronunciada que se hizo dejó huellas de pinza por lo que se mandó a rebaje.

- Para rebaje también resultó dificultoso por la posición de la entrada interna.

-La superficie presentó porosidad excesiva por toda la pieza.

Fig.19 Molde Base Arete

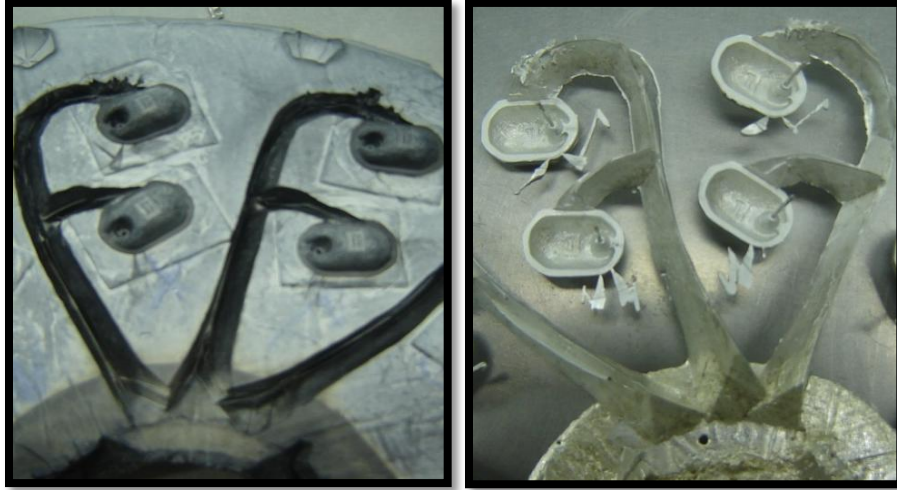


Fig. 20 – Izquierda: Molde Tapa Arete. Derecha: Pieza obtenida con el nuevo metal.

ALTERNATIVAS DE MEJORA

5.6.2.1.- MOLDE MODULAR CON ENTRADA EN PARTE INFERIOR INTERNA (COLA)

- ✓ Al realizar la entrada en la parte inferior interna bajó ligeramente la porosidad pero se pronunció en la parte superior frontal cerca del poste.

OBSERVACIONES:

- ✓ Para seleccionar la entrada resultó tedioso.



Fig. 21 Arete y Bastón

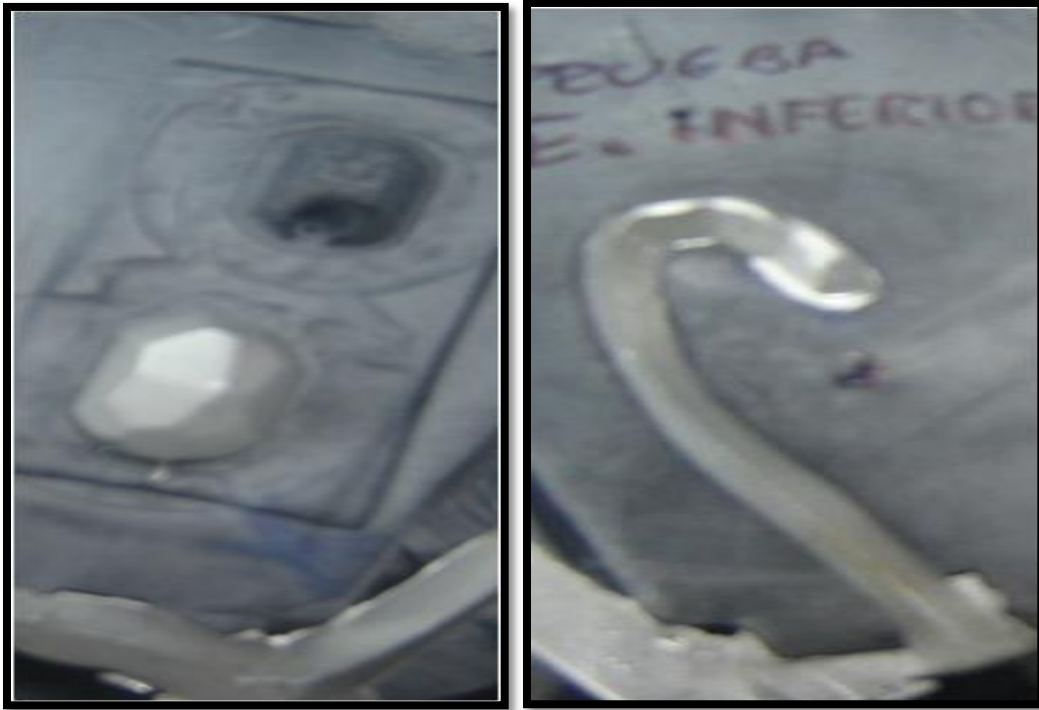


Fig. 22 – Izquierda: Vista superior del arete. Derecha: Entrada de metal al modelo por la parte central.

5.6.2.2.- MOLDE MODULAR CON ENTRADA EN PARTE SUPERIOR INTERNA (POSTE)



La entrada se hizo en la parte superior interna (poste) logrando así disminuir la porosidad. Esta prueba a diferencia de la que se hizo en forma inversa, resultó favorable ya que no presentó porosidad en una parte específica.

OBSERVACIONES:

- ✓ Para el área de selección esta entrada sigue resultando tediosa.

ig. 23 – Entrada de metal.



Fig. 24 –Entrada de Metal Blanco 97% Sn - 2.4 % Bi por la base del poste.

CAPÍTULO VI

DESCRIPCIÓN DE PROCESOS REALIZADOS PARA LA OBTENCIÓN DE BISUTERÍA FINA LIBRE DE PLOMO

6.1.- PRESENTACIÓN DE PROCESOS APLICADOS

Después del cambio de metal utilizado para la elaboración de las piezas de Joyería de Fantasía Fina, primero se procedió a validar el producto, después se procedió a la estandarización de procedimientos del manejo de metal en planta (Crisoles exclusivos, tapers, programación de nuevo metal blanco en una sola línea de producción), después para poder controlar de una manera más uniforme el aumento del contenido de plomo se procedió a realizar el proceso de agitación de la carga en la cual se obtuvo buenos resultados, luego en vista de que se perdía mucho metal en la escoria se implantó el proceso de la escorificación y otros. A la par con la implantación de procesos se realizó el control del contenido de plomo en nuestras aleaciones con el apoyo de laboratorios externos (Prueba al casting y productos terminados).

En este capítulo se mencionarán todos los procedimientos de trabajo realizado para poder mejorar al proceso anterior y para controlar el aumento del contenido de plomo de la aleación tratada. Realizar estas pruebas no fue una tarea fácil pues demandó de un seguimiento intensivo para su respectiva implantación.

Los procesos que se establecieron fueron los siguientes:

- ✓ Estandarización del proceso de Fabricación de Joyas.
- ✓ Agitación de la carga.
- ✓ Escorificación de la carga.
- ✓ Uso exclusivo de materiales en los puntos críticos y otros.

A continuación se redacta a detalle los procedimientos de trabajo que se mencionan líneas arriba:

6.2.- ESTANDARIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE JOYAS

La normalización es el proceso de elaboración, aplicación y mejora de las normas que se aplican a distintas actividades científicas, industriales o económicas con el fin de ordenarlas y mejorarlas. La ASTM internacional, define la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.

Para un correcto trabajo del metal en nuestra área y una buena fabricación de joyas de fantasía fina, se optó por normalizar el proceso, pues no había un orden claro en la fabricación de joyería de fantasía fina, para esto se comenzó desde el inicio de las actividades (calentar el molde) hasta la final (anotación del consumo del metal peltre en el proceso), con un seguimiento intensivo en el desarrollo del presente documento de estandarización que se presenta a continuación:

SEC	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1	ENCARGADO DE CALENTAR MOLDES	1 Realizar el Pre –Calentamiento de los moldes, una hora antes del inicio de la producción a una temperatura de 140°C en el horno de galvánica.
		2 Realizar la limpieza del área y proceder a anotar en el registro de "Limpieza del área y equipos" antes que ingrese el personal (Encargado de centrifugado)
2	ENCARGADO DE MAQUINAS	3 Revisar el registro de “Lista de Despacho”, para conocer los moldes a trabajar en el día, según la distribución de moldes realizadas por la cabeza de línea.
		4 Preparar los materiales de trabajo a utilizar en el turno de trabajo: Pinzas AA, lapiceros, franelas, navaja B525, cinta masking tape ¾, cinta de embalaje, talquera, tacho para poste, talco americano, tapers de plástico azul, bandeja.
		NOTA 1: Los tapers y las pinzas se desinfectan con alcohol, todas las herramientas deben ser exclusivas para Lead Free.

3		5	Vestir el equipo de protección personal (EPP), para evitar lesiones o enfermedades: Lentes de protección, respirador N8210, tapones auditivos y zapatos cerrados, cinta masking tape ¾.
		6	Verificar los moldes a trabajar, para iniciar la producción del día.
			NOTA 2: En caso de no encontrar algún molde, informar a la Cabeza de Línea para que coordine con el Operario de Almacén el correcto abastecimiento.
		7	Verificar la limpieza de los moldes (Libre de polvo), en caso de que no se encuentren en óptimas condiciones realizar la limpieza respectiva con el soplete.
	ENCARGADO DE CENTRIFUGADO		
		8	Vestir el equipo de protección personal (EPP), para evitar lesiones o enfermedades: Botas de seguridad, lentes de protección, guantes de hilo, forro de protección (Cobertor de antebrazo), respirador N6200 y tapones auditivos.
		9	Verificar la operatividad de la máquina centrífuga (conexión y funcionamiento), para el inicio de la producción (ver instructivo: “Correcto Manejo de la Máquina Centrífuga”).
		10	Verificar que los crisoles contengan el metal respectivo y que estén completamente llenos.
		11	Preparar los materiales de trabajo a utilizar en el manejo de las máquinas y crisoles: Cartón, espátula espumadera, cucharón, coches, cloruro de amonio, metal, lingotera y cincel.
		12	Calentar los moldes en la máquina centrífuga, probando los siguientes parámetros de fundición para el inicio del ciclo productivo: temperatura, presión, giro (horario-anti horario) y tiempo de maquinado. NOTA 3: Las piezas elaboradas en metal blanco 97% tienen 3 vueltas de Calentamiento.
		13	Verter con el cucharón el metal diluido, en el cabezal de la máquina Centrífuga.
			NOTA 4: La máquina automáticamente centrífuga el molde con los parámetros establecidos por el maquinista.
		14	Retirar el molde de la máquina y colocar en la faja transportadora

4	ENCARGADO DE PUNTO DE USO DE CENTRIFUGADO	15	Entregar al encargado de la Máquina, el metal programado (Lingotes) en el registro “Lista de Materiales” del día.
			NOTA 5: Abastecer el metal Virgen y retorno (40%) de acuerdo a la lista de Materiales.
5	CABEZA DE LÍNEA	16	Abastecer los insumos al Encargado de Centrifugado (postes, pasador Pines, teflones).
6	ENCARGADO DE CENTRIFUGADO	17	Recibir el molde calentado centrifugado que está corriendo en la faja Transportadora.
		18	Desmoldar la araña metálica del molde.
		19	Desglosar las piezas de la araña metálica, colocar las piezas en el tapers y la araña metálica colocar en el coche de metal de retorno.
			NOTA 6: Las 3 primeras vueltas de calentamiento todas las piezas se envían al coche de metal de retorno. Ninguna pieza caída al suelo debe retornar a la olla.
		20	Esparcir el talco americano en el área interior del molde con la talquera, que sirve de agente separador.
			NOTA 7: No debe excederse en algunas piezas para evitar posibles impresiones en la superficie de la pieza.
		21	Retirar el exceso de talco del molde a través del sacudido manual o utilizando el soplete.
			NOTA 8: Dependiendo del molde y diseño de la pieza varía la cantidad de talco por retirar.
		22	Verificar el molde a trabajar haya pasado por sus respectivas vueltas de calentamiento.
		23	Colocar inserto en el molde (poste, pin, pasador curvo, teflón) y cerrar el molde.
			NOTA 9: No todos los moldes de piezas llevan inserto, en este caso solo cerrar el molde.
		24	Registrar el reverso del molde la marca del número de vueltas realizadas y colocar nuevamente en la faja transportadora para que regrese al maquinista.

7	ENCARGADO DE CENTRIFUGADO	
	25	Seleccionar las piezas fundidas que se encuentre en el taper azul, según el tamaño y frotar las piezas con franela.
	26	Metal Blanco Lead Free 97% Sn 2.4% Bi. - Piezas pequeñas eliminadas rebaba. - Piezas grandes enviar al área de Rebaje (manufactura). Anotar las mermas encontradas por cada orden de trabajo - F5: Piezas con huecos. - F8: Piezas mal llenadas - E8: Piezas con rebabas cortantes - P1: Piezas con quiñes.
8	OPERARIO TÉCNICO	
	27	Realizar el mantenimiento de los moldes cuando presenten problemas de mal llenado (F8) y huecos (F5), revisando las cavidades del molde, haciendo los cortes adicionales respectivos (Lengüetas, airadas, trampas) para mejorar la calidad de la pieza y apoyar al maquinista con el manejo de parámetros de fundición. NOTA 10: Lengüetas: De forma rectangular que sirve para el desfogue de aire esto mayormente se realiza en piezas grandes. NOTA 11: Airadas de forma triangular o cortes superficiales: que se hacen alrededor de las cavidades para garantizar el llenado,

9		desfogue del aire.
		NOTA 12: Trampa: Tiene las siguientes funciones: sirve para atrapar las escorias que ingresan al molde.
	CABEZA DE LINEA	
	28	Realizar al cálculo del peso promedio por pieza en la balanza analítica de cada orden de trabajo en producción. -Cortar una cantidad determinada de piezas de cada molde (100 para piezas grandes y 300 para piezas chicas) -Colocar el taper de plástico azul vacío sobre la balanza analítica -Tarar el taper, presionando la tecla (TARE). -Echar las piezas contadas según tamaño en el taper. -Digitar la cantidad de piezas contadas, según tamaño en el taper. -Digitar la cantidad de piezas contadas y que están en el taper. -Presionar la tecla (SAMPLE). -Automáticamente la balanza calcula el peso promedio que se lee en la parte central de la balanza (Piece weight). -Anotar el peso promedio en la parte derecha de la lista de despacho en la línea en que se encuentra la orden a la que pertenece la pieza.
10		29 Llenar las etiquetas de identificación del producto con el peso promedio calculado y la cantidad requerida por orden.
		30 Entregar las etiquetas de identificación del producto al encargado de Centrifugado
	ENCARGADO DE CENTRIFUGADO	

11		31	Recibir las etiquetas de la Cabeza de Línea y pegar en el taper azul o bandeja respectiva.
		32	Cuadrar la cantidad requerida en el registro “Lista de Despacho”, según orden de trabajo.
	CABEZA DE LÍNEA		
		33	Informar en el registro “Hoja Lineal”, indicando la cantidad buena de acuerdo a lo que solicita el registro “Lista de despacho”, horas utilizadas y en el caso de las mermas conforme al informe del Encargado de Centrifugado.
		34	Informar el registro “Hoja Lineal” en el periférico AS400 (Ver guía de usuarios Digitación de Boletines).
12		35	Entregar el registro de “Hoja Lineal” digitada al Encargado de Centrifugado.
	ENCARGADO DE CENTRIFUGADO		
		36	Adjuntar a la producción de la orden de trabajo, en registro de Hoja Lineal” y trasladar la mercadería a la siguiente estación.
13		37	Consolidar las vueltas usadas, anotar la orden de trabajo y realizar la resta de las vueltas usadas, en el molde trabajado (Tiempo de vida – Vueltas usadas = Vueltas restantes).
	CABEZA DE LÍNEA		
14		38	Verificar la correcta anotación en los moldes, de la cantidad de vueltas utilizadas y órdenes trabajadas.
	ENCARGADO DE MAQUINAS		
		39	Limpiar la máquina centrífuga, escorificar y balancear la cantidad de metal para el siguiente turno.
15			NOTA13: En caso del Metal Blanco 97% se escorifica 5 veces al día, 4 en producción y una al final del turno (Agregando 15 a 17 gramos de cloruro de Amonio)
		40	Entregar la cantidad de escoria resultante del turno a la Cabeza de Línea, para que cuadre su consumo del metal del día.
	CABEZA DE LÍNEA		
		41	Informar el consumo del metal en el registro de “Control del Metal Peltre en Proceso” y entregarlo al encargado de Punto de Uso de Centrifugado.

6.3.- AGITACIÓN DE LA CARGA

La agitación de la carga se aplicó en el proceso con la intención de homogenizar la carga y para evitar la acumulación del contenido de plomo y controlarlo, una vez analizada las densidades de los componentes de la aleación de metal blanco usada (Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%), podemos sustentar la razón por la cual se insertó la agitación al proceso.

Primero analicémosla aleación desde el punto de vista químico, ella está compuesta por:

Metal Blanco 97%, Free Pb, Bi 2.4%, Cu 0.4%

Colada	Cu	Pb	Cd	Bi	Sn
75	0.4	0.01	0.001	2.4	Balance

✓ **Fuente:** Laboratorio Químico de Zinc Industrias Nacionales S.A (ZINSA)

Para determinar una de las posibles causas al problema del elevado y creciente contenido de plomo, veamos las densidades así como el punto de fusión y ebullición de los elementos presentes en la aleación de lead free.

TEMPERATURA DE FUSIÓN Y EBULLICIÓN DE LOS ELEMENTOS

ELEMENTO	T° Fusión (°C)	T° Ebullición (°C)
Cd	231.22	768
Sn	232.08	2602
Bi	271.4	1564
Pb	327.46	1749
Cu	1084.77	2927

✓ Fuente: Enciclopedia virtual Wikipedia.

DENSIDADES DE LOS ELEMENTOS CONTENIDOS EN LA ALEACION LEAD FREE

ELEMENTO	DENSIDAD (gr/cm ³)
Pb	11.34
Bi	9.78
Cu	8.96
Cd	8.65
Sn	7.31

Fuente: Enciclopedia virtual Wikipedia.

Del cuadro que se presenta en la parte superior, se observa que la densidad del plomo es muy alta en comparación con las densidades de los otros metales, he aquí un punto muy importante:

- ✓ Como no se hacía antes una agitación constante a la carga, las partículas de plomo se estaban depositando en la base del crisol, aumentando así el contenido de plomo para el último retorno del día y así sucesivamente para los días siguientes. Lo que se ve reflejado en la siguiente tabla:

MUESTRAS DE JOYAS DE METAL	CONTENIDO DE Pb (ppm)
Primera pieza fundida 17/08/10	238 ppm
Última pieza fundida 17/08/10	287 ppm

* Fuente: Inspectorate Services SAC.

- ✓ Una vez hecha esta observación se procedió a realizar la agitación del baño constantemente, luego la muestra de un día de trabajo al inicio de las operaciones y al final del día de trabajo arrojaron el siguiente resultado.

MUESTRAS DE JOYAS DE METAL	CONTENIDO DE Pb (ppm)
Primera pieza fundida 23/08/10	96 ppm
Última pieza fundida 23/08/10	130 ppm

* Fuente: Inspectorate Services SAC.

-La agitación la realiza el operario encargado de la utilización de la máquina centrífuga, esta se ve efectuada cada 15 min, con el cucharón de la carga, asiendo movimientos semicirculares a la carga de la olla de crisol.

6.4.- ESCORIFICACIÓN DE LA CARGA:

Los metales blancos se acostumbran escorificar utilizando como escorificante al Cloruro de Amonio (NH_4Cl), este compuesto funciona como un escorificante que reacciona con los óxidos del metal en la superficie para formar un cloruro de metal volátil.

6.4.1.- CÁLCULO DE LA CANTIDAD NECESARIA DE ESCORIFICANTE



La reacción presentada arriba es la que rige el proceso de escorificación, a continuación se procederá a calcular la cantidad de Cloruro de Amonio a utilizar:

Datos a utilizar:

Pureza $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} = 99.5 \%$

Peso Molecular $\text{SnO} = 126.71 \text{ gr/mol}$

% SnO en el Metal Líquido = 0.035% **Peso Molecular $\text{NH}_4\text{Cl} = 53.5 \text{ gr/mol}$

Peso del Metal Líquido = 50 Kg

Cálculo

Peso de SnO = $50\,000 \text{ gr} * 0.035\% = 17.5 \text{ gr}$

Nº Moles SnO = $17.5 \text{ gr} / (126.71 \text{ gr/mol}) = 0.138 \text{ mol}$

Utilizando la ecuación: $2\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} + \text{SnO}_{(s)} \rightarrow \text{SnCl}_{2(s)} + 2\text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

2 $\longrightarrow$ 1

? $\longrightarrow$ 0.138

Según la relación molar: $\text{Mol}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 2 * 0.138 \text{ mol} = 0.276 \text{ mol}$

Pero se sabe que:

$$\text{N}^\circ \text{ Moles} = \text{Peso} / \text{Peso Molecular}$$

Por lo tanto:

$$\text{Peso}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0.276 \text{ mol} * 53.5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Peso}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 14.766 \text{ gr}$$

La pureza del Cloruro de Amonio es 99.5 %, por lo tanto:

*** Dato de laboratorio químico.*

$$\text{Peso}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 14.766 * (100/99.5)$$

$$\text{Peso}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 14.84 \text{ gr}$$

Finalmente, redondeando:

$$\text{Peso}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 15 \text{ gr}$$

La escorificación de la carga es un proceso de trabajo utilizado para eliminar los óxidos del metal líquido, este escorificante tiene como fin limpiar la aleación fundida, disminuyendo así los problemas superficiales causados óxidos, manchas en las piezas fundidas entre otros.

Se pensó también que este procedimiento podría disminuir el contenido de plomo de la aleación pero los resultados nos han demostrado que no causo efecto alguno.

Entonces para el cumplimiento y aplicación de ello se elaboró el procedimiento correcto de trabajo para la realización de la escorificación, para esto utilizamos como principal agente escorificante al cloruro de amonio, entre los materiales diferentes está la utilización de la espumadera la cual fue adquirida especialmente para este proceso.

6.4.2.- PROCEDIMIENTO DE TRABAJO PARA LA ESCORIFICACIÓN

SEC	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1	ENCARGADO DE MAQUINAS	1 Elevar la temperatura de la aleación de metal fundido que se encuentra en los crisoles: a. Metal Blanco 97% Sn, 350°C Nota 1: Estas temperaturas son óptimas para el proceso de sublimación del cloruro de amonio, no exceder del rango permitido debido a que se puede producir la oxidación del metal y malograr la producción. 2 Abrir la llave de la campana extractora de gases que se encuentra en la parte superior del crisol, para la succión de los vapores que se producen. 3 Separar con la cuchara de acero inoxidable una porción colmada del cloruro de amonio (esta porción equivale a 15 gr). 4 Colocar sobre la superficie de metal líquido, la cantidad extraída de cloruro de amonio e introducirlo con la ayuda de la espumadera, hasta el fondo del crisol, el cloruro de amonio produce burbujas de gas. Nota 2: Cuando mayor sea la temperatura esta reacción será más violenta. 5 Mantener el cloruro de amonio en el fondo del crisol con la ayuda de la espumadera, y agitar suavemente con movimientos semicirculares de 2 a 4 minutos hasta el agotamiento del cloruro de amonio. Evitar las salpicaduras de metal, para prevenir quemaduras. Nota 3: Nos damos cuenta de este agotamiento del cloruro de amonio cuando ya no se produzcan burbujas en

	el caldo.
6	Observar la escoria que se muestra en la superficie del metal fundido, ésta tendrá la característica de seca y pulverulenta (polvo),
7	Recoger con la espumadera y con la ayuda de la espátula la escoria esparcida, agitar suavemente la espumadera para que se cuele las porciones de metal líquido recogido junto con la escoria,
8	Depositar la escoria recolectada en un recipiente metálico, donde se dejará enfriar. Nota 4: Luego de retirada la escoria, la superficie del metal líquido tendrá una apariencia brillante o de espejo.
9	Alimentar el crisol con los lingotes de aleación virgen o con las arañas metálicas (metal de retorno), lo cual originará el descenso de la temperatura hasta llegar a la temperatura de trabajo.

6.4.3.- VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE PLOMO DESPUÉS DE LA ESCORIFICACIÓN

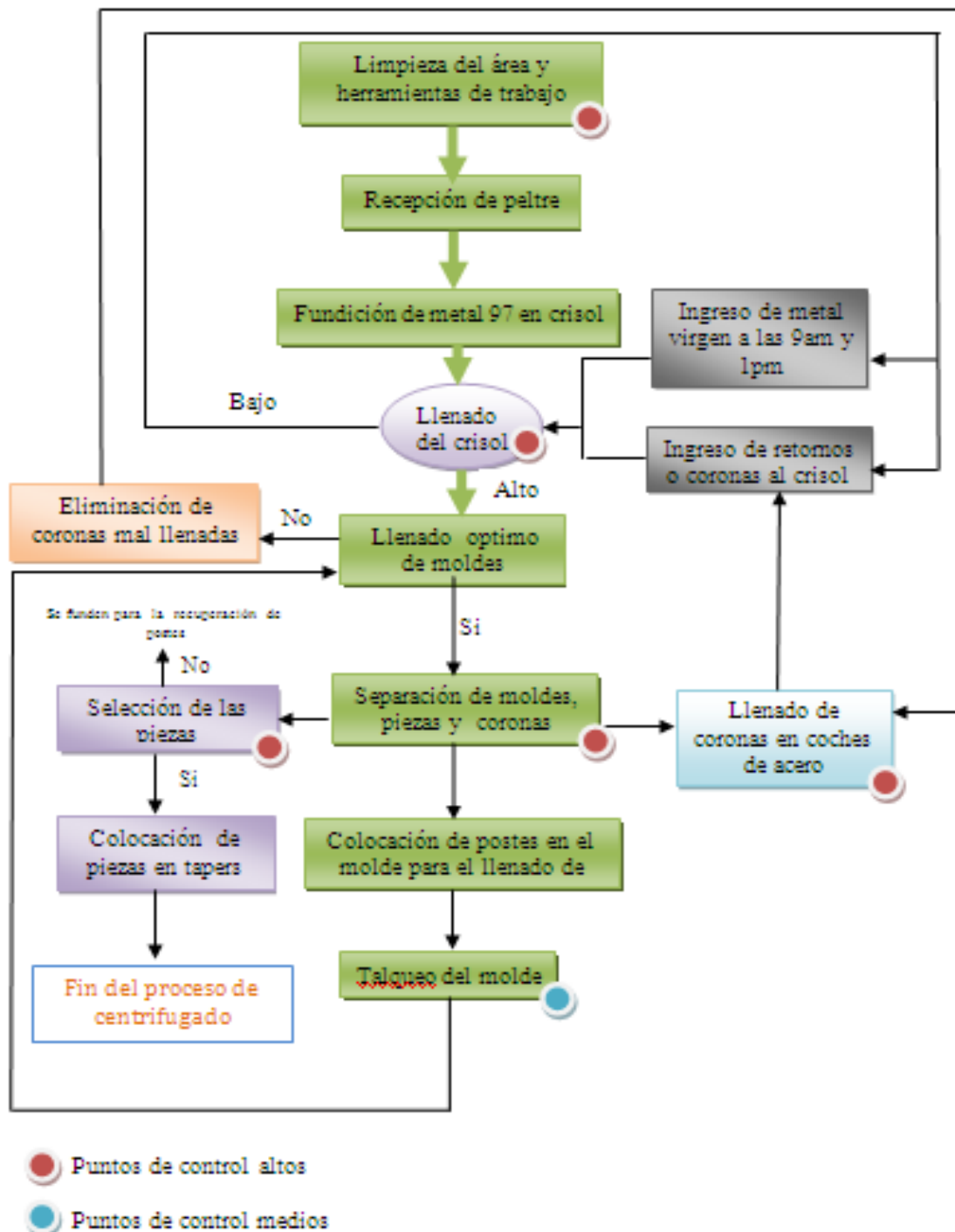
- Después de la incursión del proceso de la escorificación a la fabricación de nuestras piezas se decidió investigar si este afectaría el nivel de contenido de plomo de las piezas fundidas, presentándose así el resultado de análisis del contenido de plomo que se llevó en un laboratorio químico externo (Inspectorate Services SAC).

MUESTRAS DE METAL	CONTENIDO DE Pb (ppm)
Pieza Sin Escorificación 28/09/10	107 ppm
Pieza Con escorificación 28/09/10	107 ppm

✓ **Fuente:** Inspectorate Services SAC

Del cuadro se puede observar que el contenido de plomo no se ve afectado por el proceso de escorificación pues este escorificante atraparía mayormente al óxido de estaño.

6.5.- ANÁLISIS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE POSIBLE ALZA DE PLOMO



6.5.1.- CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR EL CONTENIDO DE PLOMO

1) Limpieza completa del área y de las herramientas de trabajo

Antes de comenzar la producción en centrifugado esta área se limpia completamente, para evitar residuos de otros metales, así como también se limpian todas las herramientas de trabajo.

2) Recepción de peltre

El metal virgen es recepcionado por el maquinista de centrifugado.

3) Fundición del metal 97 en el crisol

El metal virgen se agrega a un crisol completamente limpio, a la temperatura entre los 250°C - 310° C para la fundición del metal.

4) Llenado del metal en el crisol

El contenido de metal tiene un nivel máximo de disminución, llegado ese nivel es necesario agregar material fundido para aumentar el nivel del metal en el crisol, estos retornos deberán ser agregados solo de los coches llenos con las coronas salidas del molde

5) Llenado óptimo de moldes

Los moldes son llenados con el metal lead free fundido, las primeras vueltas son solo para el calentamiento de estos moldes, ya que cuando estos están fríos no hay un buen llenado y las piezas no salen completas.

6) Separación de moldes con las coronas

Las coronas son separadas de los moldes por el personal de centrifugado, si alguna de estas piezas o pedazos de metal se caen al suelo, estos no deberán ser levantados.

7) Separación de coronas con las piezas

Las piezas son separadas de las coronas por personal de centrifugado, algunos de ellos usan guantes, que deberán ser cambiados cuando se trabaje con Metal Blanco Lead Free, las coronas son colocadas en coches de acero inoxidable debidamente marcadas y usadas solamente para el lead free.

8) Llenados de coronas al coche

Todas las coronas que han sido separadas de las piezas son llevados a los coches que se encuentran al lado de cada personal, si estas coronas se caen al suelo, no deberá ser levantadas.

9) Colocación de postes en el molde para el llenado de piezas

Luego de la separación de las coronas con el molde, se coloca unos postes hipo alérgicos, incrustados en el molde para que al momento del llenado de piezas con el metal, estas piezas salgan con su poste (en el caso de aretes)

10) Talqueo de moldes

Después de la colocación de postes en el molde estos se talquean con unas bolsitas de tela llenas de talco, que solo deberán ser usadas para el talqueo en moldes de Metal Blanco Lead Free.

11) Selección de las piezas

Luego de la separación de piezas estas son seleccionadas por un personal, las piezas incompletas serán fundidas por una rejilla previamente limpia y debidamente marcada solo para el uso de peltre, para la recuperación de postes. De la misma manera si una de las piezas se caen al suelo no deberán sea recogidas para evitar la contaminación

12) Colocación de piezas en tapers:

Luego de la selección de piezas, estas piezas se colocaran en tapers previamente limpios para el traslado a otra área

6.5.2.- MEDICIÓN DE RANGOS DE CONTAMINACIÓN DE PLOMO EN EL ÁREA DE CENTRIFUGADO

Actividades realizadas en el área de centrifugado	Rangos de contaminación de plomo		
	bajo	mediano	alto
Limpieza completa del área y de las herramientas de trabajo			x
Recepción de peltre	x		
Fundición del metal 97 en el crisol			x
Llenado del metal en el crisol			x
Llenado óptimo de moldes	x		
Separación de moldes con las coronas		x	
Separación de coronas con las piezas			x
Llenados de coronas al coche			x
Colocación de postes en el molde para el llenado de piezas	x		
Talqueo de moldes		x	
Selección de las piezas			x

Colocación de piezas en tapers	x		
---------------------------------------	---	--	--

6.5.3.- ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PLOMO PARA PIEZAS CAÍDAS

Luego de la detección de los principales focos de contaminación de plomo, se elaboró también un estudio del contenido de plomo para las piezas que caen al suelo, con el fin de determinar la posibilidad de un posible aumento de plomo de estas piezas.

MUESTRA (08/02/2010)	CONTENIDO DE PLOMO
A: Una pieza que se cayó al suelo	157 ppm
B: Una pieza que no se cayó al suelo	150 ppm

*Fuente: Inspectorate Services SAC

Del presente cuadro se observa que aquellas piezas que cayeron al suelo tienen un contenido de plomo ligeramente más alto que las piezas que no cayeron, entonces lo ideal sería no recoger ningún tipo de piezas o coronas que caigan, esta medida se adoptó como política para el proceso, que se puede visualizar en la sección de estandarización del proceso (Pág. 68).

6.6.- LIMPIEZA DE DUCTOS:

Cuando se analizó los posibles puntos que podrían estar elevando el contenido de plomo en las aleaciones que procesamos, se observó la posibilidad que una de las causas más latentes para elevar el contenido de plomo, podría ser el desprendimiento de este metal de la campana extractora hacia la olla de crisol, pues no se hacía limpieza por años de ella.

Para descartar esta duda se realizó una limpieza de una de las campanas ubicadas en el área de centrifugado (para producción de Metal Blanco 97%Sn Lead Free) y luego se analizó una muestra de esta escarcha que se formaba en el interior de la campana, teniendo como resultado el siguiente:

CONTENIDO DE PLOMO	
PORCENTAJE	97.03%
CONTENIDO DE PLOMO (PPM)	970 300

*Fuente: Inspectorate Services SAC

De la tabla anterior se observa que el contenido de plomo es extremadamente elevado habiendo así una posible contaminación de plomo por parte del desprendimiento de plomo que estaba localizado en la campana extractora, pues esta campana extractora además de haberse usado para la producción de lead free, también se utilizó para producción de metal con 36%Sn y 92% Sn.

Para remediar este asunto se adoptó como acción correctiva la limpieza de la campana extractora y aún sigue en estudio este tema para de alguna manera determinar el tiempo máximo en el cual se hará necesaria la limpieza de esta para no elevar el contenido de plomo de la aleación nueva que se procesa.

CAPÍTULO VII

INFORME DE SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO DE PLOMO EN LA NUEVA ALEACIÓN (LEAD FREE)

7.1.-LA MUESTRA A ANALIZAR

A la par con las mejoras del proceso se procedió a realizar el control del contenido de plomo de las piezas de bisutería fina que elabora Yobel SCM, estas piezas son las obtenidas en el último retorno(ultimo retorno significa que son las últimas joyas fundidas en un día de producción), para así poder ver el incremento en el contenido de plomo que se produce en un día de trabajo, cabe resaltar que para algunos casos el metal inicial (materia prima)obtuvo 100 ppm de plomo y para las últimas muestras presentadas el cometido de plomo en el metal inicial fluctuó entre los 100 a 200 ppm, habiendo casos extremos en el cual el proveedor brindó la materia prima con 300 ppm.

El laboratorio a cargo de estos análisis fue el de Inspectorate Services SAC, por ser el que mayor exactitud dio, más el único inconveniente fue la demora en la entrega de sus resultados, esta fue de 2 semanas como máximo pero también habiendo veces que entregaban los resultados pasando solo 3 días, limitando así la capacidad de respuesta en el caso que se presentara algún problema con el aumento del contenido de plomo del nuevo metal.

7.2.-SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO DE PLOMO EN LA ALEACION DE LEAD FREE

Se presenta a continuación el seguimiento del nivel del contenido de plomo de la última pieza elaborada por día desde el 16 de Agosto al 19 de Noviembre del 2010 que se produjo en YOBEL COSTUME JEWELRY.

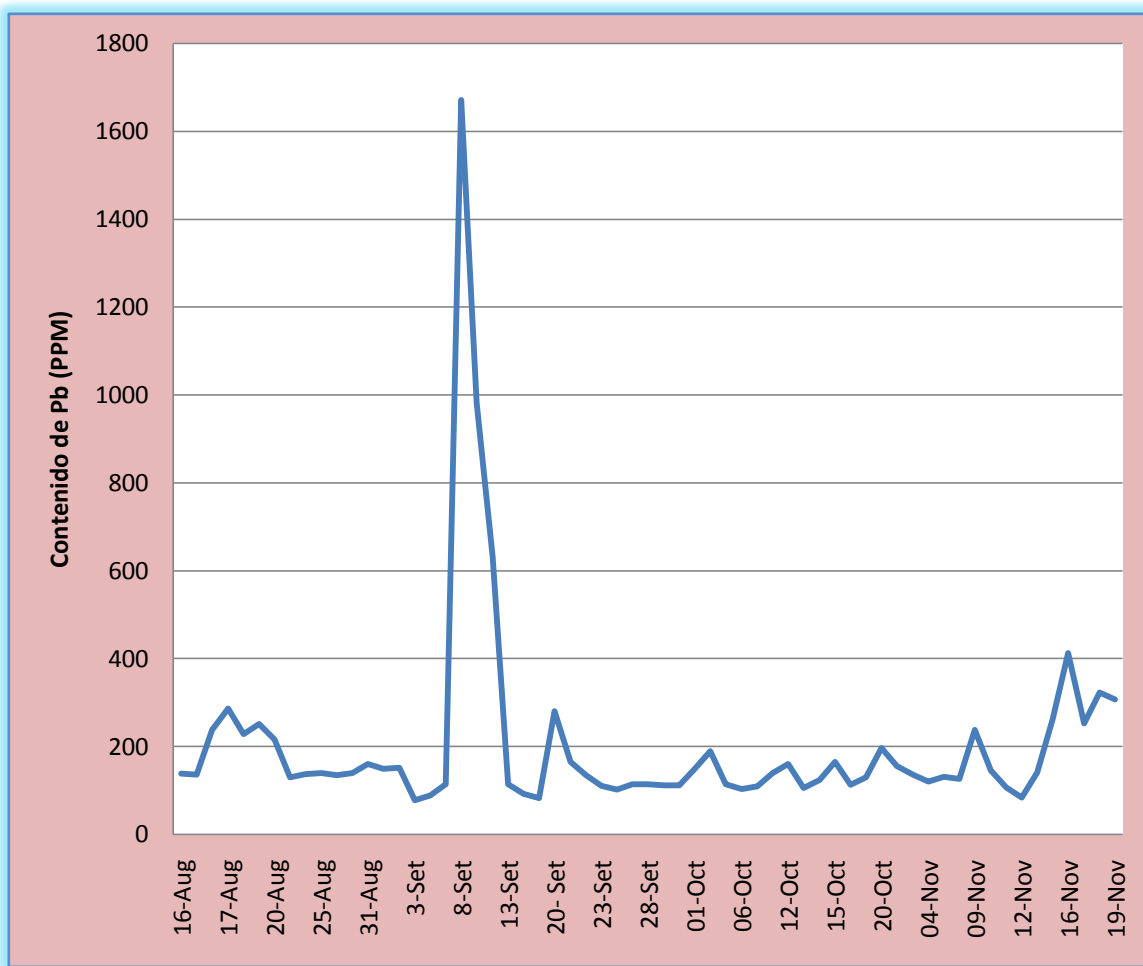
FECHA	CONTENIDO DE PLOMO (PPM) LAB. INSPECTORATE	PLAN DE ACCION REALIZADO	MUESTREO SEMANAL
16-Aug	136	Correcto	X
17-Aug	287	Correcto	
18-Aug	228	Correcto	
19-Aug	252	Correcto	
20-Aug	216	Correcto	
23-Aug	130	Correcto	X
24-Aug	138	Correcto	
25-Aug	140	Correcto	
26-Aug	135	Correcto	
27-Aug	140	Correcto	
31-Aug	160	Correcto	X
1-set	149	Correcto	
2-set	152	Correcto	
3-set	78	Correcto	
6-set	89	Correcto	X
7-set	114	Correcto	
8-set	1671	* Se identificó la causa principal del problema; el cual fue una mala recuperación de mermas, pues las mermas del metal 92 % Sn fueron depositadas en el crisol destinado para metal Lead Free. Se dio solución al problema obteniendo 114 ppm la semana siguiente.	
9-set	982		
10-set	631		

13-set	114	Correcto	X
14-set	92	Correcto	
15-set	83	Correcto	
20-set	281	Correcto	X
21-set	165	Correcto	
22-set	135	Correcto	
23-set	111	Correcto	
24-set	102	Correcto	
27-set	114	Correcto	X
28-set	107	Correcto	
29-set	112	Correcto	
30-set	94	Correcto	
01-Oct	150	Correcto	
04-Oct	119	Correcto	X
05-Oct	114	Correcto	
06-Oct	104	Correcto	
07-Oct	109	Correcto	
11-Oct	140	Correcto	X
12-Oct	160	Correcto	
13-Oct	106	Correcto	
14-Oct	124	Correcto	
15-Oct	165	Correcto	
18-Oct	113	Correcto	X
19-Oct	130	Correcto	

20-Oct	197	Correcto	
28-Oct	156	Correcto	X
29-Oct	136	Correcto	
04-Nov	120	Correcto	X
05-Nov	131	Correcto	
08-Nov	126	Correcto	X
09-Nov	238	Correcto	
10-Nov	146	Correcto	
11-Nov	107	Correcto	
12-Nov	84	Correcto	
15-Nov	141	Correcto	X
16-Nov	413	El alza del contenido de plomo de este metal fue debido a una falla del proveedor pues este envió la materia prima con 300 ppm de plomo, la medida de solución adoptada fue una aclaración en el contrato donde el máximo contenido de plomo de la nueva materia prima aceptada por YOBEL SCMCostume Jewelry sea de 200 ppm.	
17-Nov	253	Correcto	
18-Nov	300	Correcto	
19-Nov	298	Correcto	X

✓ Fuente: Inspectorate Services SAC

7.3.- GRÁFICO DE TENDENCIA DE CONTENIDO DE PLOMO



CAPÍTULO VIII

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE PLOMO

El día 16/08 se empezó a trabajar con metal nuevo de la aleación Lead Free (Código: 9570), colada 32 (0.4 % Cu, 0.010%Pb, 0.001%Cd, 2.4% Bi, Sn balance), debido a esto se ve reflejado el bajo contenido de plomo en las piezas de bisutería que se elaboró (139 ppm)

El día 17 agosto por desabastecimiento de metal se combinó con metal sobrante de las pruebas que se realizó la segunda semana de agosto (teniendo dos semanas de pruebas continuas) cuyo contenido de plomo de este metal sobrante fue de 318ppm, pero este inconveniente se resolvió al mezclarlo con la nueva aleación Metal Blanco 97%Sn Lead Free obteniendo así 287 ppm en el contenido de plomo.

El día 23 de agosto se empezó nuevamente con la nueva aleación utilizada, colada 75: 0.001%Pb, se mandó a analizar la materia prima (lingote de metal nuevo) dando como resultado: 130 ppm de contenido de plomo, cumpliendo así los requisitos establecidos por las normas americanas en cuanto al contenido de plomo.

Se realizó un seguimiento por dos semanas consecutivas sin realizar el cambio semanal de vaciado de olla (que consiste en vaciar el metal sobrante y colocar metal nuevo para empezar otra producción semanal) de tal modo de poder observar el grado de contaminación que se producirá, es así que se empezó el día 23 de agosto con un contenido de 130ppm y pasadas las casi dos semanas se terminó con un contenido de plomo de 152ppm, el incremento es de 22 ppm por las dos semanas. Cabe resaltar que el cambio se realiza actualmente por semana pues si bien no afecta el contenido de plomo, se ve que perjudica el acabado final de la pieza.

Finalmente el día 19/11/10 se cambió la olla con metal nuevo, pero esta materia prima vino con un contenido de plomo elevado (280 ppm) que fueron reportados al proveedor (el máximo contenido de plomo en la materia prima aceptado es de 200 ppm), la solución inmediata fue realizar una mezcla entre la materia prima mencionada y otra que se tenía en stand by, con lo cual el contenido de plomo en ese día de trabajo reportó 298 ppm, logrando así no exceder el contenido máximo de plomo de la norma (300 ppm).

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

- ✓ La utilización de la aleación de Metal Blanco 97%Sn junto con la aplicación de los parámetros óptimos de centrifugado y los procedimientos de trabajo brindados en esta investigación, permiten la fabricación de joyas de fantasía fina que cumplan con la norma vigente de la Consumer Product Safety Commission en cuanto al máximo contenido de plomo para la Joyería de Fantasía Fina.
- ✓ El cumplimiento de la norma N°151 Vol. 54 FR de la CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION permitió la comercialización de Joyas de Fantasía fina que procesa Yobel SCM Costume Jewelry a mercados internacionales como el de los EEUU, así como también se logró cumplir con el pedido de los principales clientes locales de YOBEL (Cyzone, Esika y Finart) que solicitaban el cumplimiento de la norma. Teniendo así la presente tesis una gran importancia en el aspecto productivo y comercial.
- ✓ Para poder reemplazar una materia prima por otra se tuvo que realizar los siguientes: cálculo de la temperatura de fusión y cantidad de escorificante, determinación de los parámetros óptimos de centrifugado, modificaciones en el molde, estandarización del proceso, implementación de la agitación a la carga entre otros datos importantes, que se presentan en la presente tesis con la única finalidad de poder aportar en el conocimiento de la elaboración de Joyería de fantasía Fina en el Perú.
- ✓ El comportamiento de esta nueva materia prima empleada fue totalmente diferente a la materia prima antigua, pues la nueva presentó menor densidad, mayor fluidez, mejor acabado superficial, concluyendo así que la mejora no fue solo en el contenido de plomo sino también fue en la calidad final de las joyas producidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Autor:** Alejandro Mas Puga/ Luis Lapeyre Valdés
Título: Manual Técnico de Centrifugado
Capítulo: I y III
Página: 25 - 100
Edición: Primera
Editorial: Grupo Yobel
Ciudad: Lima
País: Perú
Año de edición: 2002
- [2] **Autor:** Samuel Rosario Francia
Título: Apuntes de clases del curso de fundición y moldeo
Lugar: EAP de Ingeniería Metalúrgica- UNMSM
Ciudad: Lima
País: Perú
Año de edición: 2010
- [3] **Autor:** Sydney . H. Avner
Título: Introducción a la Metalurgia Física
Capítulo: 6
Página: 162 - 195
Edición: Segunda
Editorial: Mc. Graw Hill
Ciudad: México D.F
País: México

Año de edición: 1995

[4] ***Autor:*** Donald R. Askeland – Pradeep P. Phulé

Título: Ciencia e ingeniería de los materiales

Capítulo: VIII

Página: 357 - 381

Edición: Cuarta edición

Editorial: Thomson

Ciudad: México D.F.

País: México

Año de edición: 2004

SITIOS WEB:

✓ <http://www.cpsc.gov/about/cpsia/cpsia.html>

(Norma de regulación de contenido máximo de Plomo en Joyería de Fantasía Fina)

✓ http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/White_metal

(Descripción de Metales Blancos)

✓ <http://www.zinsa.com/>

(Technical specifications for White metals)

✓ <http://www.contenti.com/products/spin-casting/178-8202.html>

(NICEM TRSME Semi-Automatic Casting Machine)

✓ <http://www.cpsc.gov/about/cpsia/sect101.html>

(Consumer Product Safety Improvement ACT USA)

ANEXOS

I. "CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION" NORMA DE REGULACIÓN DEL MAXIMO CONTENIDO DE Pb EN JOYERIA DE FANTASIA FINA

39535

Rules and Regulations

Federal Register

Vol. 74, No. 151

Friday, August 7, 2009

This section of the FEDERAL REGISTER contains regulatory documents having general applicability and legal effect, most of which are keyed to and codified in the Code of Federal Regulations, which is published under 50 titles pursuant to 44 U.S.C. 1510.

The Code of Federal Regulations is sold by the Superintendent of Documents. Prices of new books are listed in the first FEDERAL REGISTER issue of each week.

FEDERAL ELECTION COMMISSION

11 CFR Part 111

[Notice 2009–19]

Procedural Rules for Audit Hearings

AGENCY: Federal Election Commission.

ACTION: Agency procedure; correction.

SUMMARY: On July 10, 2009, the Federal Election Commission published a Procedural Rule ("Commission") instituting a program that provides committees that are audited pursuant to the Federal Election Campaign Act of 1971, as amended ("FECA") with the opportunity to have a hearing before the Commission prior to the Commission's adoption of a Final Audit Report. Procedural Rules for Audit Hearings, 74 FR 33140 (July 10, 2009). The Commission is now adding a further statement at the end of that procedural rule to conform this statement to other agency procedural rules.

DATES: Effective August 7, 2009.

FOR FURTHER INFORMATION CONTACT: Joseph F. Stoltz, Assistant Staff Director, Audit Division, 999 E Street, NW., Washington, DC 20463, (202) 694-1650 or (800) 424-9530.

SUPPLEMENTARY INFORMATION: On July 10, 2009, the Commission published a Procedural Rule instituting a program that provides committees that are audited pursuant to the Federal Election Campaign Act of 1971, as amended ("FECA") with the opportunity to have a hearing before the Commission prior to the Commission's adoption of a Final Audit Report. Procedural Rules for Audit Hearings, The Commission is now adding a statement to that procedural rule to conform the rule to other agency procedural rules and policy statements.

On page 33143, in the first column, at the end of paragraph E, insert the following:

The above provides general guidance concerning notice to those being audited and announces the general course of action that the Commission intends to follow. This notice sets forth the Commission's intentions concerning the exercise of its discretion in its audit program. However, the Commission retains that discretion and will exercise it as appropriate with respect to the facts and circumstances of each audit it considers. Consequently, this notice does not bind the Commission or any member of the general public.

Dated: July 29, 2009.

On behalf of the Commission.

Steven T. Walther,
Chairman, Federal Election Commission.
[FR Doc. E9-18541 Filed 8-6-09; 8:45 am]
BILLING CODE 6715-01-P

CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION

16 CFR Part 1500

Children's Products Containing Lead; Interpretative Rule on Inaccessible Component Parts

AGENCY: Consumer Product Safety Commission.

ACTION: Final rule.

SUMMARY: The Consumer Product Safety Commission ("Commission") is issuing a final rule providing guidance as to what product components or classes of components will be considered to be "inaccessible." Section 101(b)(2)(A) of the Consumer Product Safety Improvement Act ("CPSIA") provides that the lead limits shall not apply to any component part of a children's product that is not accessible to a child through normal and reasonably foreseeable use and abuse. Section 101(b)(2)(B) of the CPSIA requires the Commission to issue, by August 14, 2009, a rule providing guidance with respect to what product components, or classes of components, will be considered to be inaccessible. This final rule satisfies the Commission's statutory obligation.

DATES: Effective Date: This interpretative rule is effective on August 14, 2009.

FOR FURTHER INFORMATION CONTACT: Kristina Hatlelid, PhD, M.P.H., Directorate for Health Sciences, Consumer Product Safety Commission, 4330 East West Highway, Bethesda,

Maryland 20814; e-mail khatlelid@cpsc.gov; telephone 301-504-7254.

SUPPLEMENTARY INFORMATION:

A. Background

The CPSIA establishes specific lead limits in children's products. Section 101(a) of the CPSIA provides that, as of February 10, 2009, products designed or intended primarily for children 12 and younger may not contain more than 600 parts per million (ppm) of lead. After August 14, 2009, products designed or intended primarily for children 12 and younger cannot contain more than 300 ppm of lead. On August 14, 2011, the limit may be further reduced to 100 ppm, unless the Commission determines that it is not technologically feasible to meet this lower limit. Section 3(a)(16) of the Consumer Product Safety Act, as amended by section 235(a) of the CPSIA, defines "children's product" as a "consumer product designed or intended primarily for children 12 years of age or younger."

B. Statutory Authority

Section 101(b)(2) of the CPSIA provides that the lead limits do not apply to component parts of a product that are not accessible to a child. This section specifies that a component part is not accessible if it is not physically exposed by reason of a sealed covering or casing and does not become physically exposed through reasonably foreseeable use and abuse of the product including swallowing, mouthing, breaking, or other children's activities, and the aging of the product, as determined by the Commission. Paint, coatings, or electroplating may not be considered to be a barrier that would render lead in the substrate to be inaccessible to a child under section 101(b)(3) of the CPSIA.

C. Notice of Proposed Rulemaking

In the Federal Register of January 15, 2009 (74 FR 2439), the Commission published a proposed interpretative rule providing guidance with respect to what product components or classes of components will be considered to be inaccessible. As stated in the preamble to the proposed interpretative rule (74 FR at 2440), the Commission preliminarily determined that:

- An accessible component part of a children's product is one that a child may touch;

- An inaccessible component part is one that is located inside the product and not capable of being touched or mouthed by a child, whether or not such part is visible to a user of the product;
- An inaccessible part is one that may be enclosed in any type of material, e.g., hard or soft plastic, rubber or metal. However, the Commission requested comments specifically on the use of fabric as a barrier, and the impact of aging on a children's product;
- To assess whether a part is inaccessible, the accessibility probes defined in the Commission's existing regulations for evaluating accessibility of sharp points or sharp metal or glass edges (16 CFR 1500.48 and 1500.49) could be used. An accessible lead-containing component part would be defined as one that contacts any portion of the specified segment of the accessibility probe. An inaccessible lead-containing component part would be defined as one that cannot be contacted by any portion of the specified segment of the accessibility probe; and
- Use and abuse tests are appropriate for evaluating whether lead-containing component parts of a product become accessible to a child during normal and reasonably foreseeable use and abuse of the product by a child. The purpose of the tests is to simulate use and damage or abuse of a product by children and to expose potential hazards that might result from use and abuse. 16 CFR 1500.50–1500.53.

D. Discussion of Comments to the Proposed Rule and CPSC's Responses

The Commission received comments from trade associations, testing services, consumer groups, electronic products associations, youth recreational vehicle companies, and textile groups. In general, most comments, particularly those from consumer groups, agreed with most of the proposed interpretative rule, whereas other comments, particularly those from industry, sought a narrower or different interpretation of "accessibility."

1. Summary of the Law—Section 1500.87(a)

Proposed § 1500.87(a), in essence, summarized the lead limits in section 101 of the CPSIA and how, over time, the limits decrease from 600 ppm to 100 ppm by August 14, 2011 unless the Commission determines that it is not technologically feasible to meet this lower limit. Proposed § 1500.87(a) also stated that, "Paint, coatings or electroplating may not be considered a barrier that would make the lead

content of a product inaccessible to a child."

We did not receive any comment on this provision. However, on our own initiative, we deleted the sentence regarding paint, coatings, and electroplating because the identical sentence appears in § 1500.87(b).

2. Physical Accessibility—Section 1500.87(b)

Proposed § 1500.87(b) explained that the lead limits do not apply to component parts of a product that are not accessible to a child. The proposal explained that a component part is not accessible if it is not physically exposed by reason of a sealed covering or casing and does not become physically exposed through reasonably foreseeable use and abuse of the product including swallowing, mouthing, breaking, or other children's activities, and the aging of the product, as determined by the Commission. It added that paint, coatings, or electroplating may not be considered to be a barrier that would render lead in the substrate to be inaccessible to a child.

Some commenters agreed with the Commission's determination that accessibility is defined in the statute as physical access and stressed that exposure to lead such as through leaching is not what was intended.

However, other commenters said the Commission should explore other inaccessibility scenarios, not just physical inaccessibility, including considering whether children using the product could be exposed to the lead that is present. Similarly, other commenters stated that the physical contact is only an example of accessibility and said that evaluations of accessibility focus on whether parts are ingestible or mouthable, or alternatively, consider whether a child will actually touch the part during foreseeable use or abuse of the product.

We decline to revise the rule as suggested by the comments. The statute refers to physical accessibility of component parts of products, and this reference is not simply an example of how accessibility might be defined. The proposed interpretative rule followed the statutory language for determining inaccessibility. Section 101(b)(2)(A) of the CPSIA provides that, "[a] component part is not accessible under this subparagraph if such component part is a not physically exposed by reason of a sealed covering or casing and does not become physically exposed through reasonably foreseeable use and abuse of the product" (emphasis added). The statute goes on to state, "[r]easonably foreseeable use and abuse shall include

to, [sic] swallowing, mouthing, breaking, or other children's activities, and the aging of the product." *Id.*

Swallowing and mouthing are examples of use and abuse actions to be considered, but the language of the statute does not limit consideration to ingestible or mouthable products. Courts have routinely found that use of the word "including" in a statute before a list of items demonstrates that the list is illustrative, and not meant to be exhaustive. See, e.g., *West v. Gibson*, 527 U.S. 212, 217 (1999) (holding that "including" in section 717(b) of Title VII of the Civil Rights Act which sets forth the EEOC's authority to enforce the antidiscrimination standard "makes clear that the authorization is not limited to the specified remedies there mentioned * * *"); *Federal Land Bank of St. Paul v. Bismarck Lumber Co.*, 314 U.S. 95, 99–100 (1941) (holding that "the term 'including' is not one of all-embracing definition, but connotes simply an illustrative application of the general principle"); *Puerto Rico Maritime Shipping Auth. v. ICC*, 645 F.2d 1102, 1112 n.26 (DC Cir. 1981) ("It is hornbook law that the use of the word 'including' indicates that the specified list * * * that follows is illustrative, not exclusive." (internal citation omitted)).

"Other children's activities" could reasonably include touching, grasping, and handling that can lead to physical exposure to the lead containing parts. Accordingly, the final rule construes accessibility to be physical contact with lead-containing component parts, and mouthing and swallowing, along with touching, among the children's activities that can result in contact with the lead-containing parts.

3. Testing and Certification Requirements for Inaccessible Component Parts

Some commenters recommended that the rule explicitly state that inaccessible component parts are relieved of the testing requirement of section 102 of the CPSIA. One commenter said that the rule should state clearly that no certificate is required when no provision of CPSIA or any other rule or standard applies. In addition, the commenters requested that the rule provide that third-party testing is not required to demonstrate compliance with section 101 of the CPSIA when the lead in the product is deemed to be inaccessible.

In general, inaccessible component parts do not have to comply with the lead content limits or be tested and certified as to lead content. The accessible portions of a product, unless specifically excluded from lead content

II. – CERTIFICADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Inspectorate Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444

Callao - Perú

Central : (511) 613-8080

Fax : (511) 628-9016

www.inspectorate.com

Nº 132758



INSPECTORATE

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 83707L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Aretes, otros objetos
Cantidad de muestra	25g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-08-20
Fecha de Término de Análisis	2010-08-26
Solicitud de Análisis	3128CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3128CC-0001	Primer retorno 16/08/2010	139
3128CC-0002	Primer retorno 17/08/2010	238
3128CC-0003	Terminado 20/08/2010	137
3128CC-0004	Ultimo retorno 13/08/2010	318
3128CC-0005	Ultimo retorno 16/08/2010	136
3128CC-0006	Ultimo retorno 17/08/2010	287

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 26 de Julio del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P 25107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 «Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
 Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444

Callao - Perú

Central : (511) 613-8080

Fax : (511) 628-9016

www.inspectorate.com

Nº 132757



INSPECTORATE

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 83785L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Aretes, otros objetos
Cantidad de muestra	1g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-08-24
Fecha de Término de Análisis	2010-08-26
Solicitud de Análisis	3194CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3194CC-0001	Ultimo retorno 18-08-2010	228
3194CC-0002	Ultimo retorno 19-08-2010	252
3194CC-0003	Ultimo retorno 20-08-2010	216
3194CC-0004	Ultimo retorno 23-08-2010	130
3194CC-0005	Ultimo retorno 23-08-2010 (metal virgen)	96

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 26 de Agosto del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P 28107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

<"Valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado

A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.

Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados

Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444

Callao - Perú

Central : (511) 613-8080

Fax : (511) 628-9016

www.inspectorate.com



INSPECTORATE

Pág. 1/1

N° 133322

INFORME DE ENSAYO No 93925L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Viruta
Cantidad de muestra	2g aprox.
Presentación	Sobres de Plástico, Muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-09-02
Fecha de Término de Análisis	2010-09-07
Solicitud de Análisis	3293CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3293CC-0001	Ultimo Retorno 24-08-2010	138
3293CC-0002	Ultimo Retorno 25-08-2010	140
3293CC-0003	Ultimo Retorno 26-08-2010	135
3293CC-0004	Ultimo Retorno 27-08-2010	140

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 07 de Setiembre del 2010

Inspectorate ~~Services~~ Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P 25107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

<"Valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado

A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.

Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados

Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett N° 444
Callao - Perú
Central : (511) 613-8080
Fax : (511) 628-9016
www.inspectorate.com



Pág. 1/1

Nº 134374

INFORME DE ENSAYO No 94355L/10-C
Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	2g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-09-24
Fecha de Término de Análisis	2010-09-29
Solicitud de Análisis	3623CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3623CC-0001	Ultimo Retorno 14-09-2010	92
3623CC-0002	Ultimo Retorno 15-09-2010	83
3623CC-0003	Ultimo Retorno 20-09-2010	281

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 29 de Setiembre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

p. Chamorro
ING. GLADYS CHAMORRO
C.I.P 25107
Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
<*Valor* significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Av. Elmer Faucett N° 444
 Callao - Perú
 Central : (511) 613-8080
 Fax : (511) 628-9016
 www.inspectorate.com

Nº 134191



Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 94410L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	6g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-09-28
Fecha de Término de Análisis	2010-09-29
Solicitud de Análisis	3663CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente; Lotes	Pb ppm
3663CC-0001	Ultimo Retorno 21-09-2010	165
3663CC-0002	Ultimo Retorno 22-09-2010	136
3663CC-0003	Ultimo Retorno 23-09-2010	111
3663CC-0004	Ultimo Retorno 24-09-2010	102
3663CC-0005	Ultimo Retorno 27-09-2010	114

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 29 de Setiembre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P 35107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 «Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
 Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2000 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444

Callao - Perú

Central : (511) 613-8080

Fax : (511) 628-9016

www.inspectorate.com

N° 135596



INSPECTORATE

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 104526L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	2g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-10-05
Fecha de Término de Análisis	2010-10-15
Solicitud de Análisis	3751CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3751CC-0001	Ultimo Retorno 28-09-2010	107
3751CC-0002	Ultimo Retorno 30-09-2010	94
3751CC-0003	Ultimo Retorno 04-10-2010	119

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 15 de Octubre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P. 25107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

«Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado

A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.

Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados

Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett N° 444
Callao - Perú
Central : (511) 613-8080
Fax : (511) 628-9016
www.inspectorate.com

Nº 135608



Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 104624L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olachea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	2g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-10-12
Fecha de Término de Análisis	2010-10-16
Solicitud de Análisis	3829CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
3829CC-0001	Ultimo Retorno 06-10-2010	104
3829CC-0002	Ultimo Retorno 07-10-2010	109

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 16 de Octubre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P. 25107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
«Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2000 No. 33041

Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Av. Elmer Faucett N° 444
 Callao - Perú
 Central : (511) 613-8080
 Fax : (511) 628-9016
 www.inspectorate.com



Nº 139022

INFORME DE ENSAYO No 104860L/10-C
 Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	2g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-10-26
Fecha de Término de Análisis	2010-10-29
Solicitud de Análisis	4011CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes *	Pb ppm
4011CC-0001	Ultimo Retorno 13-10-2010	106
4011CC-0002	Ultimo Retorno 14-10-2010	124
4011CC-0003	Ultimo Retorno 15-10-2010	165
4011CC-0004	Ultimo Retorno 18-10-2010	113
4011CC-0005	Ultimo Retorno 20-10-2010	197

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 29 de Octubre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.


ING. GLADYS CHAMORRO
 C.I.P. 28107
 Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 «Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
 Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Av. Elmer Faucett N° 444
 Callao - Perú
 Central : (511) 613-8080
 Fax : (511) 628-9016
 www.inspectorate.com



Nº 139865

INFORME DE ENSAYO No 115237L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olaechea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	9g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-11-19
Fecha de Término de Análisis	2010-11-23
Solicitud de Análisis	4318CC/10

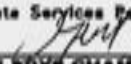
Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
4318CC-0001	Retorno 09-11-2010	238
4318CC-0002	Ultimo Retorno 10-11-2010	146
4318CC-0003	Ultimo Retorno 11-11-2010	107
4318CC-0004	Ultimo Retorno 12-11-2010	84
4318CC-0005	Ultimo Retorno 15-11-2010	141
4318CC-0006	Ultimo Retorno 16-11-2011	263
4318CC-0007	MT Recuperado postes 17-11-2010	8008
4318CC-0008	METAL VIRGEN C-102 17-11-2010	278

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 23 de Noviembre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.


ING. GLADYS CHAMORRO
 C.I.P. 25107
 Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
 «Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.
 Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados
Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 39041

Inspectorate Services Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett N° 444

Callao - Perú

Central : (511) 613-8080

Fax : (511) 628-9016

www.inspectorate.com

Nº 140122



INSPECTORATE

A Bureau Veritas Group Company

Pág. 1/1

INFORME DE ENSAYO No 115370L/10-C

Original 1 de 1

Cliente	Yobel SCM Costume Jewelry
Dirección	Jr. Daniel Olachea No. 136 Jesús María
Producto descrito como	Virutas
Cantidad de muestra	3g aprox.
Presentación	Sobres de plástico, muestras metálicas
Instrucciones de Ensayo	Lote
Procedencia de la Muestra	Muestras entregadas por el cliente
Referencia del Cliente	No Indica
Fecha Ingreso de Muestra(s)	2010-11-26
Fecha de Término de Análisis	2010-11-30
Solicitud de Análisis	4434CC/10

Código de Laboratorio	Descripción de Muestras Declarado por el cliente: Lotes	Pb ppm
4434CC-0001	Ultimo retorno 16/11/10	413
4434CC-0002	Ultimo retorno 17/11/10	253
4434CC-0003	Ultimo retorno 18/11/10	323
4434CC-0004	Ultimo retorno 19/11/10	307
4434CC-0005	Metal Virgen 19/11/10	292

Métodos:

Pb: ISP-101

Callao, 30 de Noviembre del 2010

Inspectorate Services Perú S.A.C.

P. Sana J. J. J.

ING. GLADYS CHAMORRO

C.I.P 25107

Subgerente de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada

«Valor» significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado

A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.

Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.

Análisis realizados en los laboratorios de Inspectorate o en laboratorios asociados

Empresa Certificada ISO 9001:2008 No. 30001

ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.



CERTIFICADO DE ANALISIS

COD REGISTRO: 91261-R01

Callao, 27 de Octubre del 2010

A : SEÑOR CLIENTE

DE : CONTROL DE CALIDAD

Estimados señores:

Mediante la presente, hacemos entrega de nuestro

CERTIFICADO

DE ANALISIS del producto :

PEDIDO :

79-9101269

METAL BLANCO 97%, Free Pb, Bi 2.4% Cu 0.4%

(VALORES EN 4 PESO)

Celada	Cu	Pb	Cd	Bi	Sn
99	0.4	0.01	0.001	2.3	Balance



P. López
ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A.
Pedro Alejos López
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

III. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA CENTRIFUGA

“Nicem® TRSMESEMI-AUTOMATIC CASTING MACHINE”

La TRSME es una maquina centrífuga que incorpora una serie de innovaciones y cambios comparados con el diseño de las tradicionales; con la finalidad de acelerar la producción, esta Spin Caster (máquina centrífuga) dispone de lo siguiente:

a) Control electrónico de velocidad programable permite una rápida y precisa configuración de la velocidad hasta 3600 RPM (60 Hz): Este control de velocidad también es programable, lo que permite al usuario pre-programar una velocidad diferente para cada una de las tres platos. La velocidad real se muestra en un tacómetro digital LCD.

b) Los reguladores de presión doble: Dos reguladores de presión permiten la preselección de dos ajustes de presión diferentes para poder asegurar la sujeción del molde a la base. Otras características incluyen un temporizador con pantalla LED, contador de ciclos, ventilador de refrigeración del molde y un equilibrio dinámico.

Voltaje	220 voltios, 3 fases, 12 amperios
Max. Dia Mold.	14"
Max. Espesor Mold.	2-1/4"
Dimensiones	51"A x 45"E x 52"L
Peso de la máquina	1362 lbs.

Cada máquina centrífuga se solicita con características personalizadas para adaptarse mejor a las necesidades de los usuarios tales como: mejorar sistema de sujeción del molde y grandes agujeros de colada para la fundición de zinc, placas de presión para los diferentes moldes de diámetro, 380 voltios de motor, 15 "de diámetro de plato, entre otros.

IV -CORRECTO MANEJO DE LA MÁQUINA CENTRÍFUGA

OBJETIVO

Establecer el correcto manejo de la máquina centrífuga “Nicem”, garantizando el funcionamiento óptimo y la seguridad del usuario.

ALCANCE

El presente instructivo cubre las actividades desde vestir los EPP’S hasta apagar la máquina centrífuga girando la llave hacia abajo (derecha) y visualizar las palabra OFF.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR PARA EL MANEJO DE LA MÁQUINA CENTRÍFUGA

SEC	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1	ENCARGADO DE MÁQUINAS	1 Vestir equipo de protección personal (EPP) Botas de seguridad Lentes de protección Guantes de hilo Forros de protección (Cobertor de antebrazo) Respirador N6200 Tapones auditivos 2 Encender la máquina girando la llave que se encuentra en la parte posterior de la centrífuga hacia arriba (izquierda) y visualizar la palabra “ON”, automáticamente se encenderá el temporizador. 3 Programar el tiempo de maquinado según los moldes a trabajar; el tiempo está inscrito en el mismo molde. 4 Pulsar el botón "Relevo" de la centrífuga para que se active el "Variador de Velocidad".

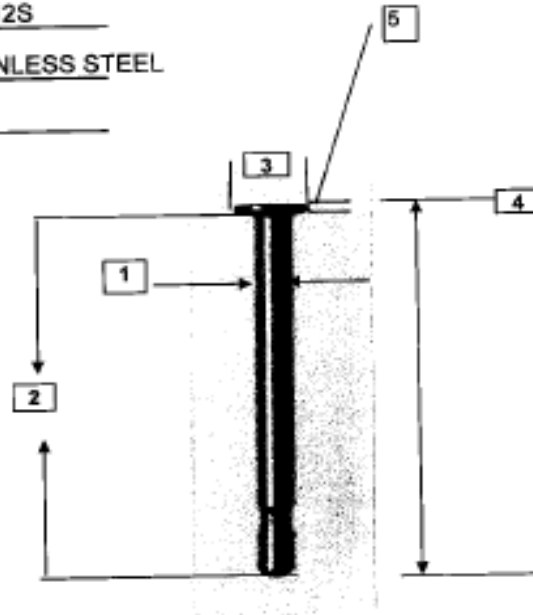
-
- | | |
|--|---|
| | <p>5 Programar la velocidad de acuerdo al modelo utilizando el "Potenciómetro" y visualizando esta programación en el tablero de "Variador de Velocidad".</p> <p>6 Verificar las presiones de acuerdo al modelo de la pieza, generalmente se utiliza la presión 1 y la presión 2 de acuerdo a la necesidad del molde,
-Presión 1: 2.2 BAR
-Presión 2: De acuerdo a la necesidad del molde.
Nota 1: Para modificar la presión girar el "Selector de Presión" en posición 1 ó 2.</p> <p>7 Colocar el molde en el plato de la máquina.
Nota 2: Todos los moldes tienen una guía (taco) en la parte posterior, el cual sirve para asentarlo en el plato.</p> <p>8 Programar los parámetros del molde: Velocidad, Presión, Tiempo y Sentido de giro. Generalmente el tiempo que se programa es el tiempo máximo de los moldes que se van a trabajar, por lo que en caso de requerir menos tiempo se presiona el botón STOP en el tiempo requerido.</p> <p>9 Presionar el botón de "Inicio de Ciclo" para que el molde ingrese a la centrifuga, automáticamente se cierra la compuerta.</p> |
|--|---|
-

	10 Verter el metal líquido respectivo (según el molde) por el embudo, la máquina comenzará a centrifugar y parará automáticamente, finalmente el molde saldrá por la parte posterior. Nota 3: En caso de que la máquina presentara algún desperfecto o en caso de emergencia presionar el botón rojo "Parada de Emergencia".
	11 Repetir el ciclo hasta el término de la producción del día. Al finalizar el turno limpiar la máquina con el soplete y retirar el metal que puede estar salpicado con una espátula.
	12 Apagar la máquina centrífuga girando la llave hacia abajo (derecha) y visualizar la palabra OFF.

V.- ESPECIFICACIÓN DEL POSTE LIBRE DE PLOMO UTILIZADO PARA
ELABORACIÓN DE ARETES

DAMA AQL SPECIFICATION SHEET

Item: PRC12S
Material: STAINLESS STEEL
Description: Post



ATTRIBUTES TO CHECK

1 Wire Diameter	.74MM
2 length under head	12.4MM
3 Head Diameter:	1.48MM
4 overall length including head	12.7MM
5 thickness of head	.30MM

VI.- CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE ESCORIFICANTE



Santa Anita, 15 de Mayo del 2010

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

PRODUCTO : CLORURO DE AMONIO (CHINO)
CANTIDAD : 25.00 Kg. (SACO x 25 Kg.)
LOTE : 20091125
FECHA DE PROD. : 25/11/2009
FECHA DE VENC. : 25/11/2011
FACTURA : 003-0014333
GUIA : 003-0015596
CLIENTE : YOBEL SCM COSTUME JEWELRY S.A.

MATERIAL ANALISIS

PROPIEDADES	ESPECIFICACIONES	ANALISIS
NH ₄ Cl	99.5% min.	99.53%
Moisture	0.50% max.	0.25%
Sulphate (SO ₄)	0.02% max.	0.018%
Residue on ignition	0.4% max.	0.3%
Fe	0.001% max.	0.0003%
pH value (200 g/l solution at 25°C)	4.0 – 5.8	5.5

With anti-caking agent

EL PRODUCTO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES

NOTA: Los sacos están sellados, por lo tanto se da el producto como apto para el despacho

CHEMIFABRIK PERU S.A.C.

CONTROL DE CALIDAD

VII.- DETERMINACIÓN DEL DESPRENDIMIENTO METÁLICO EN LA SECCIÓN DE REBAJE



METAL	Aleación de Metal 92
Tipo de pieza	ANILLOS
Tiempo (min)	20
Peso 1*	18.2 gr
Peso 2**	19.8 gr

Peso Neto (gr)	1.6
Peso Total	2.4
Densidad de metal (gr/cc)	7.39

Flujo de Metal = $(\text{peso Total} / \text{densidad}) / \text{tiempo (cm}^3/\text{min)}$ 0.01623816

**Flujo de Metal/
Extractor** 0.974 cm³/hr

Flujo de Metal Total	15.59 cm³/hr
-----------------------------	--------------------------------

OBS: Se rebajó el borde de los anillos, se observó que hay bastante desprendimiento de metal hacia zonas fuera del ducto (se considero el 50% del peso 2).

VIII.- GALERÍA DE IMÁGENES



Fig. A. Área de centrifugado – YOBEL SCM COSTUME JEWELRY



Fig. B. Acabado Final de joyería de Fantasía Fina Lead Free.



Fig. C - Personal seleccionador de piezas de Joyería de Fantasía fina.



Fig. D – Operador Técnico de manipuleo del metal.