

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Artesanías de Colombia S.A.

Proyecto empresarial de innovación y desarrollo técnico

**“Diseño e Innovación Tecnológica
aplicados en el proceso de desarrollo
del sector artesanal y la ejecución del plan de transferencia
aprobado por el SENA”**

**Transferencia tecnológica en diseño, producción y
elaboración de cierres y broches para joyería con
énfasis en acabados en Tumaco**

Asesor:

Hernando Duran Camacho

Convenio de cooperación y asistencia técnica y financiera No.
2051720 entre el SENA – FONADE y Artesanías de Colombia
Interventoría: Universidad Nacional de Colombia
Suscrito el 1o. De Agosto de 2005.



Bogotá, marzo de 2007

Créditos Institucionales

Paola Andrea Muñoz Jurado

Gerente General

José Fernando Iragorri

Director de Proyecto

Subgerente de Desarrollo

Manuel José Moreno

Centro de Desarrollo Artesanal

Sandra Strouss de Jaramillo

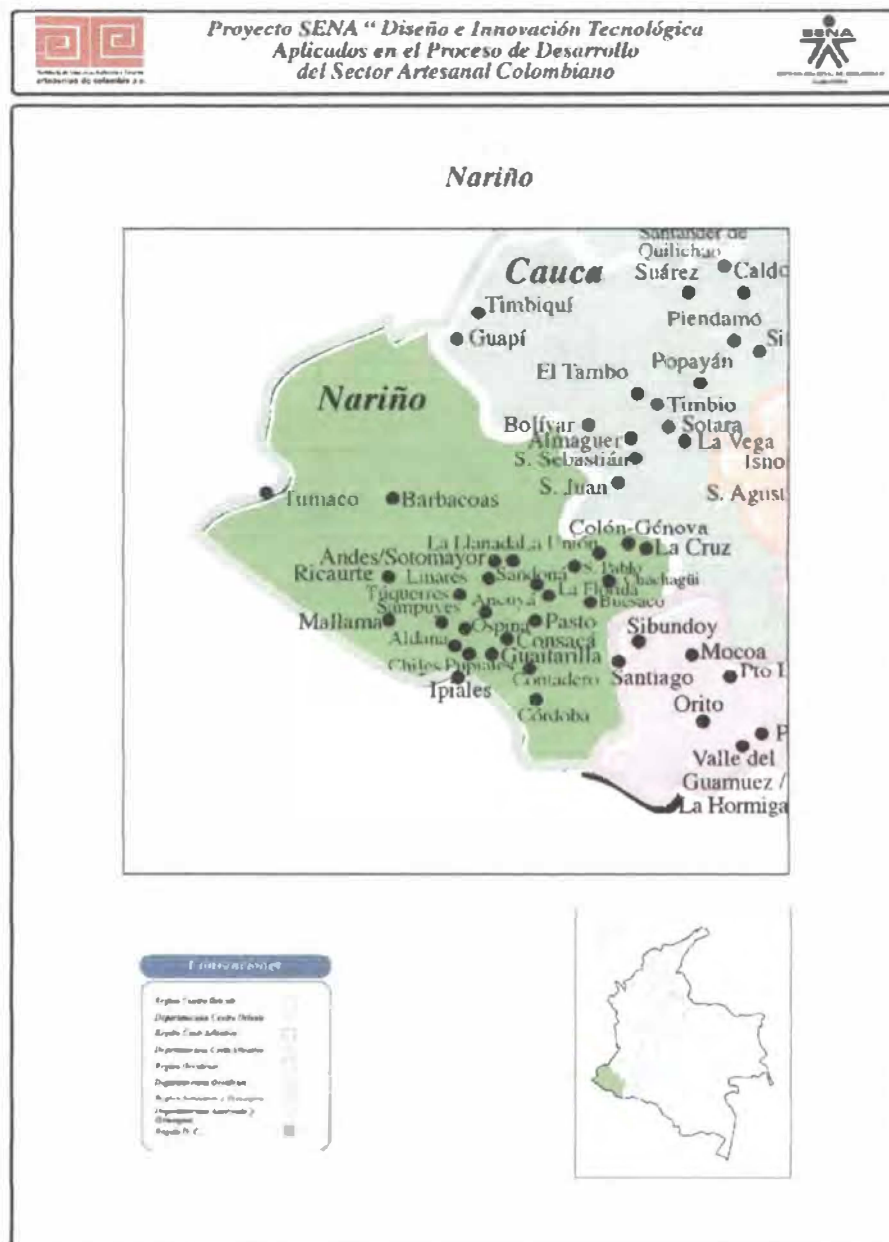
Subgerente Comercial

Germán Ortiz

Jefe de Planeación

Diseño e Innovación Tecnológica Aplicados en el Proceso de Desarrollo del Sector Artesanal

Desarrollo de curso taller en diseño, asistencia técnica en sistemas, broches y acabados en el Municipio de Tumaco- Nariño



Antecedentes generales del proyecto

El proyecto diseño e innovación tecnológica aplicada en el proceso de desarrollo del sector artesanal colombiano, es la continuación de los programas que Artesanías de Colombia ha venido desarrollando en convenio con otras instituciones desde hace ya varios años. En el 2002 se inició una etapa mucho más clara en cuanto a lo que respecta a las necesidades del sector a nivel nacional. El Programa Nacional de Joyería tuvo como estrategia fundamental tres tipos de acción:

1. Rescate de enclaves con tradición orfebre tales como Mompóx (Bolívar), Barbacoas (Nariño), Santafé de Antioquia (Antioquia) y Quibdo (Chocó).
2. Fortalecimiento de centros de producción orfebre ligados a la minería tales como Marmato (Caldas), Ataco (Tolima), Sotomayor (Nariño) etc.
3. Creación y/o Fortalecimiento de Talleres de Orfebrería en localidades potencialmente productivas, dado que están circunscritas en la cadena productiva Oro/Joyería/Orfebrería, como Popayán (Cauca)

En total los municipios de todo el país que se beneficiaron con este programa fueron 37. Muchos de los cuales fueron beneficiados con equipos y herramientas que fueron entregados a las alcaldías municipales de acuerdo a las disposiciones de Minercol, con la intención de que sirvieran como centro de formación técnica, producción y estructuración de agremiaciones del sector joyero. Estas acciones fueron acompañadas por sólidos programas de capacitación en los aspectos técnicos y de diseño y formación en aspectos organizativos y administrativos. Surgieron de esta acción una gran cantidad de Asociaciones de Artesanos Orfebres que hasta el día de hoy subsisten con diferentes grados de desarrollo, dependiendo del empeño y las estrategias que cada una de ellas ha desarrollado para afrontar el mercado local y nacional.

Introducción

La estrategia que afronta esta nueva etapa tiene que ver fundamentalmente con la implementación de procesos de producción mucho más eficaces, apropiación de nuevas tecnologías de acabado y énfasis en la calidad de los productos, predisponiendo el terreno para poder afrontar con mejores resultados las acciones de gestión comercial que se han estado generando tanto en mercados nacionales como internacionales sin olvidarse, claro está, de los elementos conceptuales y de Diseño, desarrollo de colecciones puesto que siempre se ha tenido claridad en la necesidad de generar una oferta orfebre con identidad colombiana.



Grupo de joyeros haciendo desarrollo de sistemas en taller de Tumaco

1. Objetivo General:

El proyecto diseño e innovación tecnológica aplicada en el proceso de desarrollo del sector artesanal colombiano tiene por objetivo elevar la calidad de los productos artesanales, estimulando procesos de innovación en diseño y desarrollo de tecnologías, acompañado de transferencias y apropiación de conocimientos que estimulen la creatividad del artesano y le permitan visualizar las necesidades y tendencias del mercado. El diseño de las colecciones de productos y el desarrollo de tecnología apropiada, sirven para mejorar la productividad y competitividad; todo ello orientado a promover el posicionamiento de la artesanía colombiana en mercados nacionales e internacionales.

2. Objetivos Específicos:

- Desarrollo de un taller teórico-práctico de Diseño con el fin de crear productos con identidad colombiana y que cumplan con los requerimientos de calidad del mercado nacional e internacional.
- Desarrollo de productos con nuevas propuestas de diseño con identidad
- Desarrollo de un taller teórico-práctico sobre sistemas, broches y procesos de acabado de joyas.

3. Antecedentes

En esta localidad del departamento de Nariño de amplia tradición orfebre se han desarrollado varios talleres tanto de técnica como de diseño, siendo el más reciente un taller práctico de Fundición a la cera perdida, desarrollado por Omar Hurtado y Fernán Arias en el año 2004. Los maestros orfebres de la localidad también han participado en diferentes talleres realizados en otras ciudades como Popayán (Interdesign), Bogotá y Pasto lo que facilitó la comunicación en términos de diseño.

Los joyeros Tumaqueños de gran tradición en su mayoría han trabajado la filigrana como técnica específica y en la cual han desarrollado sus máximas expresiones de calidad teniendo en cuenta y resaltando la gran dificultad de la herramienta.



Grupo de joyeros de Tumaco en clase teórica de diseño

4. Desarrollo del curso taller

Con anterioridad al viaje se hizo el empalme con los joyeros de Tumaco mediante la Cámara de Comercio quien los invitó a participar en el taller quien también los motivó ofreciendo facilidad en préstamos monetarios a quienes asistieran. Además esta asociación había enviado a comienzos del presente año un proyecto donde se denota la situación actual de los artesanos joyeros, sus necesidades y problemática. En este proyecto hacen la solicitud de diferentes equipos así como se comenta la dificultad por las compraventas existentes. La Cámara de Comercio (Zaida Mosquera-gerente) también ofreció sus instalaciones para el desarrollo del taller.

Una vez se tuvo respuesta positiva a la convocatoria y que se vio el interés para recibir la capacitación viajaron los asesores Hernando Durán –técnico- y Olga Inés Marín –diseño-. Se hizo la primera reunión de presentación de cada uno de los joyeros y los asesores; expusieron sus inquietudes y necesidades, se acordó el lugar y horario de trabajo quedando este en una jornada en las horas de la tarde.

En esta primera jornada, los joyeros expresaron sus inquietudes y expectativas frente al proyecto:

- Esperan dotación completa de taller con herramienta y equipo de casting.
- Capacitaciones de casting, engaste y burilado.
- Expectativas en comercialización de las piezas desarrolladas en cada taller.
- Apoyo frente a la problemática de las compraventas.
- Cuestionan la falta de dotación de taller y herramienta a la localidad cuando hay otros municipios que recibieron taller sin haber joyeros.

La vocería la tomó el Sr. Presidente de la asociación en representación de todos.



Grupo de joyeros de Tumaco en producción de diseños y sistemas

Se dio inicio al taller mediante la exposición institucional y del Proyecto SENA seguido de la charla de Cómo desarrollar una colección de Nuria Carulla para introducirlos en el tema de diseño. Fueron muy receptivos y no presentaron dificultad para entender el lenguaje sobre el tema debido a su participación en otros talleres.

La asociación de la localidad no cuenta con un lugar específico de trabajo y la herramienta también es poca y en mal estado. No manejan la técnica de o casting y burilado. Algunos participantes manifestaron su falta de experiencia con la plata pues la tradición es con el oro.

Inicialmente, se trabajó en el auditorio de la Cámara de Comercio la parte teórica y de diseño pero luego se decidió trasladar el curso al taller de Ever, joyero que ofreció su espacio debido a las dificultades en el auditorio.

La temática de diseño fue discutida para finalmente decidir trabajar sobre instrumentos musicales de la región pacífica: el cununo y la marimba. Se trabajó en dos grupos aunque participaron y opinaron sin limitación de grupo sobre la definición de las piezas finales.

En total se hicieron diez piezas sin contar los broches adaptados, de la siguiente manera: realizaron dos pares de aretes con broche omega a partir del cununo, un par en solo filigrana y otro en filigrana y chapa, y también colgante, broche y anillos con las mismas características. A partir de la marimba se elaboró juego de aretes largos con gancho pescador y dije.

Aprovechando la experiencia en cadenería se hicieron cadenas a las que fueron adaptados los broches desarrollados y previamente programados a enseñarles. (Omega, Tanca catalana, broches de mosquetón).

Se realizó el trabajo en sólo dos mesas por la razón antes mencionada, a pesar de esto perfila un buen resultado final. Las condiciones son muy dificultosas para un óptimo desempeño de los joyeros como se observa en la siguiente foto.

Debido a esto no todos pudieron participar en todo el proceso, solo lo hacían por turnos y cada uno en su preferencia (soldar, rellenar, laminar, hacer tubo, sacar el hilo).

Tampoco fue posible obtener óptimos resultados en acabados; apenas pudo mostrárseles los insumos como felpas, cepillos y abrasivos de manera teórica pero no práctica.

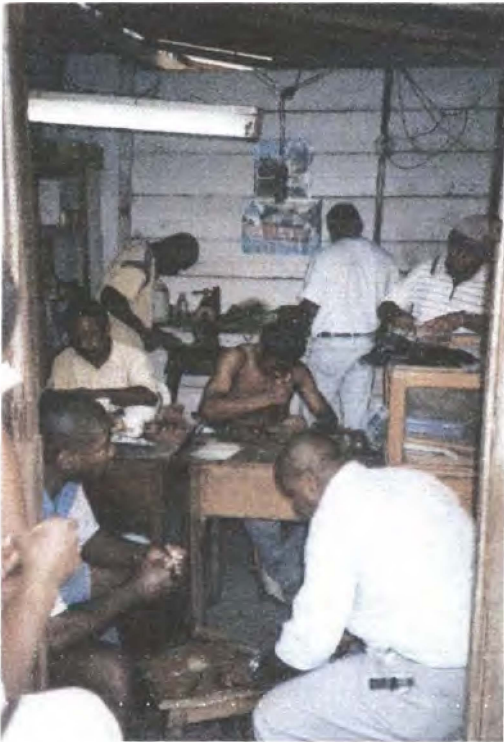
Los joyeros son en su mayoría tradicionales que tienen un buen dominio de la técnica de la filigrana lo que se podría optimizar con una herramienta adecuada y suficiente. La carencia de herramienta es realmente problemático para ellos y el desarrollo del taller como tal.



Grupo de joyeros haciendo desarrollo de sistemas en taller de Tumaco

A pesar de las dificultades tienen gran interés en los broches y cierres pero por las condiciones de la herramienta es imposible lograr la calidad que se pudiera con equipos en buen estado. Los quieren implementar en sus trabajos de cadenería que también realizan.

Para el cierre se hizo una pequeña reunión en el auditorio de la Cámara de Comercio, hubo comentarios positivos a cerca del taller aunque fueron insistentes en la necesidad de ayuda en cuanto a herramienta y equipos de casting. Conclusiones buenas en cuanto a la temática desarrollada, pero quedan a la espera de un próximo curso práctico de casting y engaste.



Grupo de joyeros de Tumaco en desarrollo de piezas



Grupo de joyeros en taller teórico de diseño

LOGROS

Los joyeros reconocen la importancia del buen manejo del material para un trabajo final con calidad. También la necesidad de trabajar en asociatividad para obtener mayores beneficios.

Los participantes pueden identificar elementos de su cultura y medio en el que habitan para desarrollar nuevas propuestas de diseño.

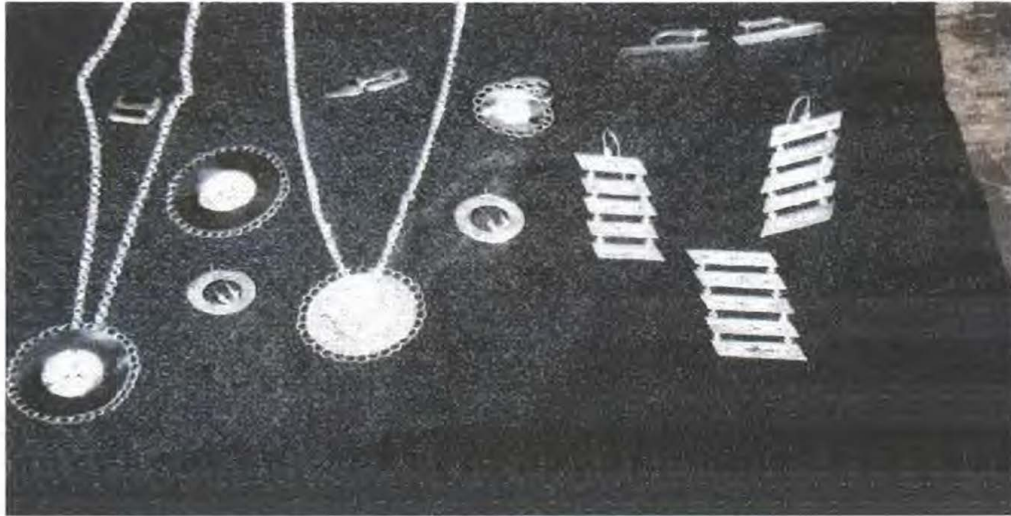
Por ser la Cámara de Comercio el ente ayudador y puente entre Artesanías de Colombia y la asociación, hubo un reconocimiento al trabajo de estos artesanos e incentivos de préstamos económicos a quienes deseen participar en este tipo de capacitaciones.

A pesar de las dificultades de la comunidad es posible abrir nuevas posibilidades de mercado innovando diseños.

Conocieron nuevos sistemas de cierres lo cual les agrega valor a su trabajo si lo implementan.



Joyero de Tumaco preparando filigrana para relleno de pieza



Piezas resultado del taller de diseño y sistemas en la localidad de Tumaco

CONCLUSIONES

- La localidad de Tumaco tiene serias dificultades en cuanto a la herramienta y consecución de material de trabajo (insumos, plata, oro).
- La problemática de las compraventas es grave para ellos como pequeños fabricantes ya que no pueden ser ni medianamente competitivos frente a lo que ellas ofertan.
- Necesitan capacitarse en casting y burilado ya que esto les permitiría una manera de producción más ágil, y el trabajo con buril es muy apetecido en estas zonas.
- La asociación necesita un lugar dónde trabajar en condiciones adecuadas así como la dotación de herramienta y equipos ya que por la condición de humedad de la región esta sufre gran deterioro para así también poder dar los resultados esperados de calidad y tener pedidos de producción lo que les favorecería muchísimo, pues las condiciones y su nivel de vida no es el mejor para la mayoría.
- Los joyeros que tienen trayectoria en el oficio temen desaparecer del mercado así como la práctica del oficio como tal en jóvenes que puedan verse atraídos por este, por lo tanto quisieran alguna promoción para bachilleres ya que podrían aportar nuevas ideas.
- Los participantes pidieron mayor continuidad en los programas y capacitaciones.

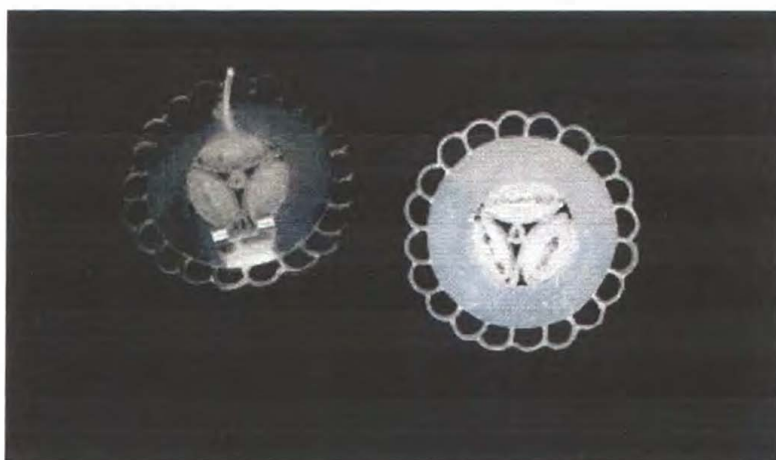
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PIEZAS



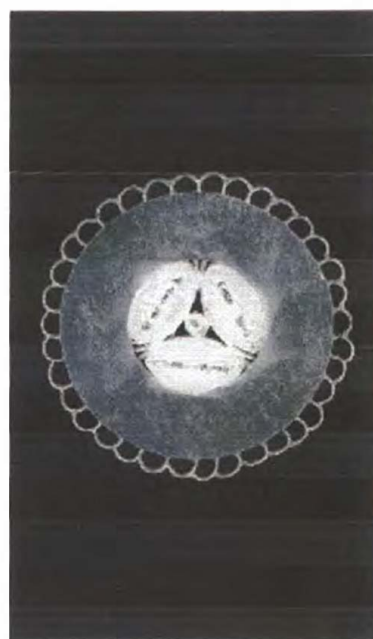
Anillo cununo



Cadena con dije cununo



Aretes topo cununo con sistema omega



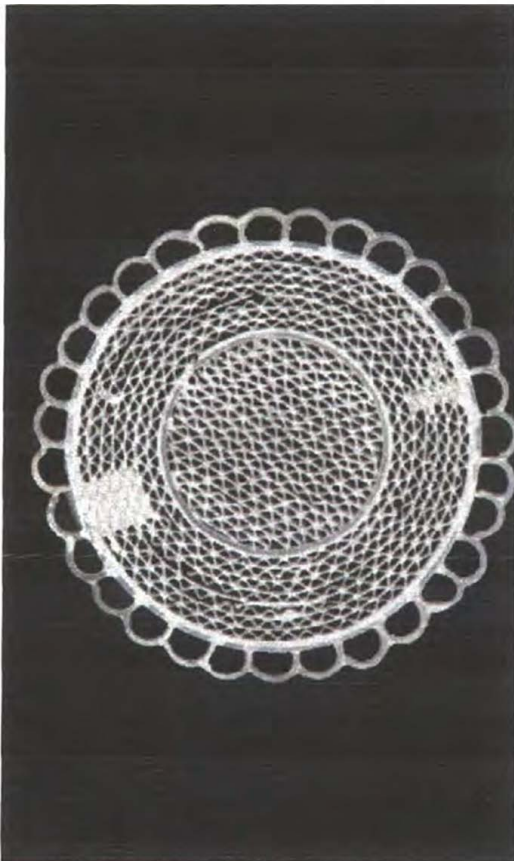
Broche cununo



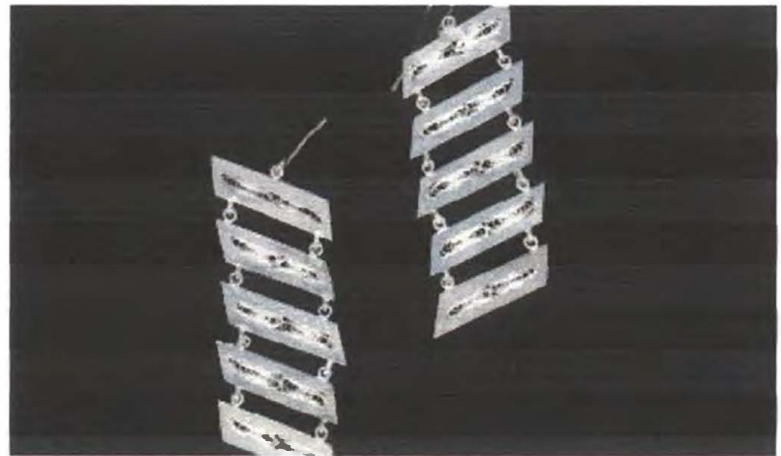
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
artesanías de Colombia s.a.



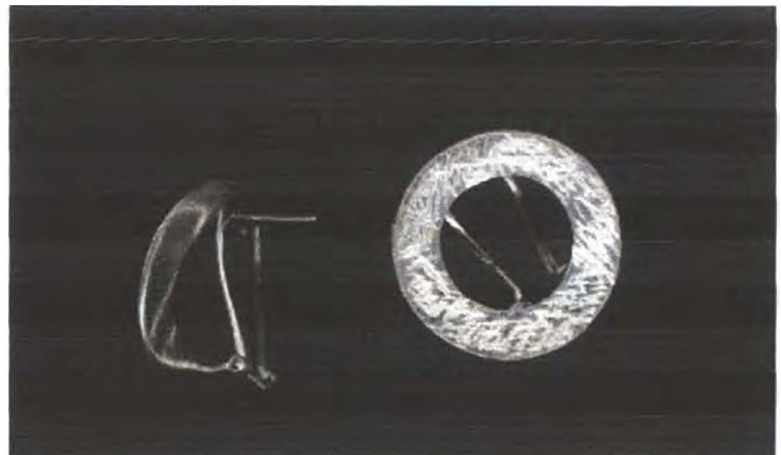
Dije marimba



Broche cununo con relleno en zig-zag



Aretes marimba en lámina con filigrana



Aretes en lámina texturada con sistema omega



Cadena con dije relleno en Zig-zag y con broche de Mosquetón en tubo



Aretes topo con sistema omega y relleno en zig-zag



Anillo con relleno en zig-zag

Características de la población beneficiaria

Total de Asistentes: 9 personas

Rango de edad	No. de personas	%
0 a 14		
15 a 19		
20 a 59	8	88.9
Mayor de 60	1	11.1
Total	9	100

Género	No. de personas	%
Masculino	9	100
Femenino		
Total	9	100

Tipo de población	No. de personas	%
Afrodescendiente	9	100
Raizal		
Rom - Gitanos		
Indígenas		
Otros (mestizos)		
Total	9	100

Estrato	No. de personas	%
1	4	44.4
2	5	55.6
3		
4 o más		
Total	9	100

SISBEN	No. de personas	%
Si	3	33.3
No	6	66.7
Total	9	100

Escolaridad	No. de personas	%
Primaria incompleta	1	1.1
Primaria completa		
Secundaria incompleta		
Secundaria completa	8	88.9
Universitarios		
Total	9	100

Número y nombre de organizaciones establecidas: _____

ANEXOS

- Planificación y Organización
- Gestión de Recursos
- Estructura
- Instrumentos de Gestión
- Finanzas Básicas

Diseño e Innovación Tecnológica
aplicados en el proceso de desarrollo
del sector artesanal y la ejecución del plan de
transferencia aprobado por el SENA

Folio 5

Pasantía en Medellín - Empresa Fundación Alvarez



Créditos Institucionales

Paula Andrea Muñoz Jurado

Gerente General

José Fernando Iragorri

Director de Proyecto

Subgerente de Desarrollo

Manuel José Moreno

Centro de Desarrollo Artesanal

Sandra Strouss de Jaramillo

Subgerente Comercial

Germán Ortiz

Jefe de Planeación

Proyecto para el Mejoramiento de la Competitividad del Sector Joyero en Colombia

Pasantía Medellín - Empresa Fundiciones Álvarez

Objetivo General

Conocer el sistema organizacional, los flujos de procesos productivos y la tecnología empleada en la joyería de tipo industrial durante la pasantía en la Fundación Álvarez y su Comercializadora Internacional Metales y Derivados.

Objetivos específicos

- Realizar réplica de los conocimientos adquiridos en la pasantía en la Fundación Álvarez y su proceso de joyería según se programe.
- Realizar réplica de la pasantía al grupo de asesores de diseño de la Empresa.
- Estructurar unas propuestas a partir de la pasantía de organización productiva y encadenamiento productivo del proceso de la joyería conocido en la pasantía de forma tal que aporte soluciones y sea aplicable al sector joyero en el Programa de Joyería.
- Realizar recomendaciones de programa de nuevas pasantías para Diseñadores Industriales que conozcan y se proyecten en el oficio de la joyería.

Introducción

La pasantía en la Empresa Fundación Álvarez, significó una experiencia presencial en la cual a los asesores se nos permitió observar todos los procesos productivos de una industria de fundición de metales preciosos y de producción de joyería preformada de Laminado en frío.

El primer día fuimos recibidos muy amablemente por la Doctora Gloria Vélez Jefe de Importaciones, quien nos hizo una introducción a la historia de la empresa.

La Fundación Álvarez nace en 1.907. Presidida siempre por miembros de la familia, trabajó exclusivamente para el Banco de la República en la fundición de los metales preciosos. Funde, ensaya y analiza dichos metales.

En el año de 1.992 les es permitido abrir el mercado y crean la Comercializadora Internacional Metales y Derivados. Se capacitan en procesos industriales de joyería, buscan asesorías y compran maquinaria de segunda en remantes de empresas en Estados Unidos. De ser una empresa conformada por 16 personas, pasó a funcionar con 250 empleados



permanentes. Exportan casi la totalidad de la producción a Estados Unidos, compitiendo con países productores como Corea.

El presidente actual de la compañía es el Doctor Camilo Álvarez. Gerente general administrativo, Doctor Jorge Julián Restrepo Álvarez y a cargo de C.I. Metales y Derivados está el Doctor Esteban Álvarez.

Desarrollo

Como complemento a las observaciones, para las cuales se nos permitió permanecer en cada área de producción un tiempo prudente, los directivos de la empresa programaron una primera inducción general, liderada por el Doctor Mario Alejandro Toro, anterior Jefe de Producción y actual Jefe de Proyectos y Mantenimiento. El conocimiento global y puntual que de la empresa y de todos los procesos tiene el Doctor Toro nos permitió llegar a un primer concepto claro del funcionamiento de la misma.

La inducción tomó un día y medio. Antes de iniciar el recorrido por la planta, el Doctor Mario Alejandro Toro nos dio algunas explicaciones acerca del manejo empresarial. Durante ésta charla, fueron expuestos varios conceptos que han sido básicos para la creación, el sostenimiento y crecimiento de ésta industria joyera.

Hay dos tipos de joyería: Joyería Artesanal y Joyería Industrial.

En la Industrial se busca una “atomización de operaciones”, se debe llegar a la especialización en cada proceso. De ésta manera se garantiza mayor eficiencia.

Se busca un equilibrio entre costo y beneficio. Equilibrio entre costo de producción y precio de venta.

$COSTO = Material + Mano\ de\ obra + Pérdidas = Subtotal + Utilidad + Costos\ financieros.$

En el manejo de las pérdidas está la rentabilidad del negocio.

Toda la tecnología está diseñada para el control de las pérdidas. Equipos que eviten el deterioro del metal. Un seguimiento estricto del recorrido del material durante todo el proceso productivo permite determinar con precisión en donde se generan pérdidas.

Para empezar, en la fundición de la liga, se gasifican inicialmente los metales de aleación, y finalmente el oro. Primera pérdida.

Todos los metales a una temperatura igual o mayor a 80 grados centígrados son ávidos al oxígeno. El oxígeno reacciona y degrada los metales. En cada oxidación hay entonces pérdida de material.

Cada vez que hay fusión hay pérdida, así como en las soldaduras, en las recocidas y en los decapados del metal.

Para evitar éste tipo de pérdidas, todos los procesos de fundición y recocidas son realizados en hornos de atmósfera inerte a base de Hidrógeno, Nitrógeno, Argón o Amoniac.

En los procesos de soldaduras se apantallan las piezas con un flux de Alcohol metílico y ácido bórico protegiendo el material de la oxidación. Es sin embargo necesario en éste momento del proceso hacer una decapada después de soldar.

Evitan de igual manera cualquier proceso de remoción extrema de material, como el de limado o lijado. Todos los procesos de remoción como el diamantado o el pulimento y brillo son realizados en espacios confinados para poder recuperar la mayor cantidad de material posible. Si vienen errores en las piezas, son removidos en el proceso de pulimento y brillo. Calculan que hay más de un 5% de remoción, y que muy bien manejado el 3%. De éste material se recupera una parte pero nunca el 100%.

La Bomba (Cianuro de Sodio y peróxido de hidrogeno) no es utilizada para pulir, ya que el manejo de las oxidaciones es sumamente cuidadoso. Es utilizada para la remoción de material en piezas que han quedado pesadas.

La empresa C.I Metales y derivados trabaja joyería netamente comercial. Dentro del desarrollo de la empresa se han especializado en la Deformación en frío. A través de la experiencia acumulada durante éstos años han sacado las siguientes conclusiones comparativas de los dos tipos de joyería comercial.

Joyería de cera perdida: Si bien no requiere de mayor tecnología, involucra mayor mano de obra, no hay 2 piezas iguales lo cual exige un porcentaje mucho mayor de remoción de material, las piezas resultan pesadas y suelen aparecer superficies porosas.

Joyería de laminación o deformación en frío: Es más industrial, se pueden hacer piezas de calibres de hasta 0.075 mm., no hay mayor remoción de material. Se atomizan al máximo los procesos logrando gran especialización y por ende efectividad y rendimiento. La mano de obra es del 1% contra el precio del metal.

Una vez concluida ésta introducción general a la empresa, tuvimos la oportunidad de entrar en cada área de producción y observar más detenidamente los procesos.

Las áreas que conforman la empresa son las siguientes:

- Área Administrativa
- Área Afinación de materia prima
- Área Fundición
- Área Laminación y trefilado
- Área Troquelado y estampado
- Área de Soldaduras
- Área de Diamantado
- Área de Baños Electrolíticos

- Área de Acabados
- Área de Cadenería
- Área - Producción de soldadura en crema.
- Área de Control de calidad.

Áreas de Producción

Expondremos las áreas de producción siguiendo el orden del camino que toma el material desde que entra en la planta de producción.

1. Área de Fundición:

1.1 **Afinación de materia prima o refinación de los metales:** Inicia el proceso con la compra del material que es entregado inmediatamente al Ingeniero Químico, quien se encarga de los procesos de refinación de los metales (oro, plata o platino). El oro recibido es clasificado en Oro de Buena Ley u Oro de Mala Ley. Se funde y al vaciar se le aplica un chorro de agua a presión para atomizarlo, a diferencia del proceso artesanal en el que el metal es laminado y picado; En ambos casos buscando la mayor área posible para atacarlo con agua regia (3 partes de ácido clorhídrico por 1 partes de ácido nítrico). El agua regia se debe preparar con sal para que atrape el oro, de lo contrario el metal se puede volatilizar en los gases.

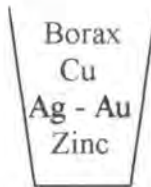
En 12 horas se disuelve el oro. La plata forma nitrato de plata.

El oro se precipita con meta sulfito de sodio, se filtra, se lava y se funde. Para el oro se repite el proceso de refinación, diluyéndolo en una solución de 1 litro de agua regia por 3 litros de agua, se precipita, se enjuaga varias veces con agua ionizada y finalmente se obtiene oro de 995.

El cloruro de plata se seca para reducirlo con carbonado de sodio y bórax (60% carbonato y 40% bórax). Se funde y se obtiene la plata 995.

1.2 Aleación de los metales:

Antes de entrar en la planta de fundición tuvimos una reunión con el Ingeniero Metalúrgico Fernando Rua, quien nos dio algunas explicaciones del manejo de las ligas. Utilizan el Zinc ya que proporciona ventajas bajando el punto de fusión, y actúa como desoxidante generando una película protectora. Sin embargo por su bajo punto de fusión es volátil, por lo cual para la fundición se debe disponer en el fondo del crisol evitando dicha volatilización. Finalmente sellan con bórax fundido porque puro tiene un porcentaje de humedad que puede producir oxidación.



Hacen dos fusiones: Primero una para hacer la liga, disponiendo los metales de menor a mayor punto de fusión. En horno de gas. Si utilizan Katmio a 320 grados centígrados, zinc a 420 grados.

Para cada material utilizan un crisol. Uno para el bórax, otro para la liga y otro limpio para la aleación.

Para la preparación del latón de la liga utilizan 96.7 % de Cu y 3.3 % de Zinc. Tienen determinada una volatilización de entre 0.35 a 0.9 % del zinc, entonces le adicionan 0.7 %. Todo con un fundente especial. 50% sal marina, 20% aserrín y treinta por ciento carbonatos de sodio y un poco de bórax si es muy poco zinc. El aserrín es reductor, rompe el enlace entre el metal y el oxígeno.

Finalmente hacen la segunda fusión en donde obtienen el material de la ley deseada.

Después de estas explicaciones entramos a la planta de fundición. Tienen dos tipos de fundición:

1.2.1 Fundición directa en crisol:

Para este método se utilizan crisoles de grafito o de mezclas de grafito con cementos refractarios de diferentes tamaños según la cantidad de material a fundir. (Ver Fig. 1.) Los hornos están fabricados con una mezcla de cemento refractario de marca concrax y como molde se utiliza un cilindro grande, como una olla o caneca de hierro. Cuentan con una entrada de gas que es potenciado con aire comprimido para aumentar la combustión. (Ver Fig.2)

El material es vertido en lingoteras horizontales o verticales previamente ahumadas con soplete de acetileno con el fin de reducir los niveles de oxígeno y crear una capa antiadherente entre la lingotera y el metal.

Como fundente se utiliza bórax, no en polvo sino calcinado para deshidratarlo ya que el oxígeno contenido en el agua aumenta la oxidación de los metales.

En el caso de las ligas es necesario ayudarlas con barras de grafito o cuarzo con movimientos circulares para homogenizar la mezcla. En la última fusión agregar pizcas

de ácido bórico que limpia la superficie y la barre hacia los extremos del crisol formando una especie de menisco.

En el momento del vaciado se recomienda una llama adicional gruesa, amarilla envolvente para reducir los niveles de oxidación, lo mejor es orientar a la fuente del crisol la llama un soplete adicional de boquilla ancha. (Ver fig. 3)



Fig. 1. Crisoles de grafito.



Fig. 2. Hornos de fundición directa.



Fig. 3. Vaciado del metal acompañado con soplete con llama antioxidante.

1.2.2 Fundición continua con atmósfera controlada

Este proceso se realiza utilizando tecnología de punta con maquinas de inducción, que efectúan la fundición sin utilizar llama directa ni resistencia. Trabajan mediante un sistema de inducción, con una bovina de metal como núcleo. Las moléculas del metal se friccionen unas con otras produciendo calor hasta su punto de fusión, esta temperatura que se programa según el metal a fundir.

La atmósfera controlada se obtiene desplazando el oxígeno de la cámara a través de gases inertes como el Argón o el nitrógeno que al ser introducidos en la cámara de fundición efectúan dicho desplazamiento.

Para este tipo de maquinaria se pueden utilizar diferentes tipos de crisoles, como el de grafito, cuarzo o titanio.

En su base tienen boquilla ya sea rectangular o redonda para chapas o alambres respectivamente, los cuales van saliendo preformados. (Ver fig.4 y 5) Seguidamente una cremallera de arrastre va halando la chapa o barra en forma continua. Para este tipo de fundición se necesitan grandes cantidades de material.

Como en la fundición directa, se utilizan en éste proceso sales fundentes como el Bórax, Carbonato de potasio, Ácido Bórico.



Fig.4. Alambres fundidos en horno continuo.
Atmósfera controlada.



Fig.5. Horno de fundición continua.
Salida de chapa.

2. Área Laminado y trefilado

El termino laminar se refiere a la deformación de chapas o laminas y el termino trefilar hace referencia a la deformación de hilos y tubos.

La laminación y el trefilado hacen parte de el proceso de deformación en frio. Reciben directamente de fundición las chapas continuas de 5 Mm. de calibre y alambrotos de 20 Mm. aproximadamente. Las primeras etapas de laminado se realizan en laminadores eléctricos de gran dimensión. (Ver Fig.6) Primero las bajan hasta 2 Mm., recosen en hornos de banda con atmósfera controlada y continúan reduciendo su calibre mediante la laminación en los mismos laminadores.

El recocido, evita la excesiva tensión del metal. Se realiza en muflas u hornos con atmósfera controlada de banda continua. Las muflas y los hornos de banda de recocido calientan a una temperatura de 580 a 600 grados Celsius o centigrados. (Ver Fig.7) Este proceso se realiza cada vez que la chapa ha reducido hasta un 50% del calibre, por ejemplo una chapa de 4 Mm. se lamina y se recose a 2mm se lamina y se recose a 1mm se lamina y se recose a 0.5 etc.

Para cuando necesitan calibres menores a 1 Mm. las montan en unas laminadoras con carretes para manejar una tención precisa y no generar pandeados en las chapas. (Ver Fig.8)

Se hace mucho énfasis en el mantenimiento de las masas, lo que les garantiza chapas e hilos de excelente calidad. Se deben mantener completamente limpias y brillantes. Son rectificadas cada seis meses en los tornos de la fundición.

En los procesos mecánicos de deformación en frio se debe controlar la generación de calor evitando láminas mórbidas o pandeadas, para lo cual desarrollaron un sistema de refrigeración que evita el excesivo calentamiento de las mismas por el efecto de la fricción mecánica, que consiste en unos conductos que pasan de lado a lado de cada masa por donde fluye constantemente agua helada. (Ver Fig.6)

Una vez las láminas están listas y en el calibre requerido para continuar los procesos de preformado pasan a su area respectiva. Para tubería se deja en 0.1 Mm. para oro y 0.30 Mm. para plata. El tubo es producido en una maquina especializada cuya entrada se alimenta con la lámina lista, (previamente cortada en una máquina cortadora) la máquina lo conforma y cierra, luego lo suelda en su unión en un proceso continuo de fusión eléctrica. (Ver Fig.9)

Por ultimo se pasa por la hilera para desvanecer un rastro o cordón de soldadura que queda en la unión y para reducir el diámetro hasta la medida deseada. Las hileras se instalan en unas máquinas con carretes especiales para recibir las secciones de los tubos que son muy largas.

Una vez el tubo está conformado con el diámetro deseado, en ésta misma sección se preparan los espirales para las candongas y se cortan en una cortadora que calibra el giro necesario para que no se produzcan retazos y el corte sea continuo. (Ver Fig.10 y 11).

Todos los procesos son en máquinas, excepto cuando se trabajan candongas ovaladas que se hacen en la única sección manual, en donde son rellenos con arena y cortados manualmente con motortool.



Fig.6. Laminadora y trefiladota. Mangueras de paso de agua para refrigeración.



Fig.7. Horno de recocido de banda. Atmósfera controlada.



Fig.8. Laminadora con carretes para control de tensión.



Fig.9. Conformación y soldadura del tubo.



Fig.10. Entorchado de espirales.



Fig.11. Corte de secciones de candongas

3. Área de Troquelado y estampado

- Estampar: Copiar forma con golpe, el material debe estar recocido.
- Troquelar: Corte con golpe, el material debe estar templado, sin recocer.

Flujo del proceso:

Primero de acuerdo al pedido determinan cantidad de material. Se entrega a fundición y de allí pasa a sección de tubería o troquelado de acuerdo al caso. Montan las máquinas con los troqueles necesarios.

La lámina les llega de 0.15 Mm. de espesor de la sección de laminado. No hay mermas en éste proceso. Se controlan perfectamente peso y conteo de las piezas diariamente por promedio y por contadores de las máquinas.

El primer perfil o recorte se denomina blanco que debe tener buen margen para el estampado. En el estampado se utilizan los troqueles en pares. El troquel más pequeño, o cuño, encaja dentro de un troquel mayor, o matriz.

El metal al que va a darse forma, que suele ser una lámina o una pieza en bruto plana recortada, se coloca sobre la matriz en la bancada de la prensa. El cuño se monta en el pistón de la prensa y se hace bajar mediante presión hidráulica o mecánica.

En las distintas operaciones se emplean troqueles de diferentes formas. Los más sencillos son los troqueles de perforación, utilizados para hacer agujeros en la pieza. Los troqueles de corte se utilizan para estampar una forma determinada en una lámina de metal para operaciones posteriores.

Los troqueles de flexión y doblado están diseñados para efectuar pliegues simples o compuestos en la pieza en bruto. Los troqueles de embutir se emplean para crear formas huecas, como la cara de una candonga hueca, se utilizan troqueles reductores especiales.

Cuando la pieza terminada debe tener una protuberancia en la parte inferior o central suelen emplearse troqueladoras neumáticas de aire, lo que obliga al metal a doblarse hacia fuera contra la matriz. Los troqueles de rebordeado forman un reborde curvo en piezas huecas. Un tipo especial de troquel de rebordeado, llamado troquel de costura con alambre, enrolla firmemente los bordes externos del metal alrededor de un alambre que se inserta para dar resistencia a la pieza. Los troqueles combinados están diseñados para realizar varias de las operaciones descritas en un único recorrido de la prensa; los troqueles progresivos permiten realizar diversas operaciones sucesivas de modelado con el mismo troquel. (Ver Fig. 12, 13)

Para la soldadura de las piezas se requiere amarrarlas con mucho cuidado, éste es un proceso muy manual, ya que deben quedar muy bien empatadas las caras evitando un desfase en la unión. Utilizan para éste amarre hilo de acero inoxidable de calibre 0.25 mm. Manualmente también, son dispuestas en pinzas especiales y pasan a soldarse en horno de banda. La soldadura viene ya en la lámina preparada previamente. (Ver Fig. 14)

Todos los componentes de las candongas son cortados en ésta sección en una gran troqueladora que en un golpe corta y contramarca la ley del material en el poste de las mismas. Los componentes son las barras en lámina de 0.65Mm., Catch que es la pieza que recibe el poste para el cierre, Join o pieza que hace la bisagra para la barra y las tapas o caps y endcaps.

En ésta y en todas las áreas son necesarias pausas activas. En la mañana y en la tarde durante una pausa de 5 minutos los operarios hacen algunos ejercicios para descansar y reactivar la atención. Los trabajos en toda la planta son muy mecanizados y repetitivos y generan gran agotamiento. En áreas como en la de troquelado una distracción por cansancio puede generar accidentes. (Ver Fig15)



Fig. 12. Troqueladora de corte y estampado simultáneos.



Fig. 13. Troqueladoras.



Fig. 14. Horno de soldadura de banda.



Fig. 15. Pausas activas.

5. Area de Soldadura:

Como se ilustra en la sección de tubería y troquelería, previamente se han realizado dos tipos de soldadura. La de la tubería en su respectiva máquina, y la de la unión de las caras de las piezas estampadas que es en horno de banda, con la soldadura en flash previamente fijada a las láminas.

Las soldaduras de los componentes de las candongas se realiza en un área especial en la que trabajan con sopletes de gas y oxígeno con little torch. Desde luego se genera oxidación, pero es mínima ya que la llama del little torch es puntual. Previamente apantallan con el flux de Alcohol metílico y ácido bórico. (Ver Fig. 16 y17)

Otro soplete utilizado es de soldadura oxhídrica el cual requiere de una planta de agua y alcohol que funciona por hidrólisis. Esta soldadura es ideal pues no genera oxidación, pero tiene varias desventajas. Requiere de mucho mantenimiento, agua ionizada y desmineralizada y cada cuatro horas necesita cambio de la solución. La hora de funcionamiento de ésta soldadura cuesta \$ 8 mientras que la de little torch con gas propano y oxígeno \$ 1.

Durante varios años ensayaron diferentes soldaduras. Primero con payeta, después importaron la soldadura en crema producida en Estados Unidos, y al experimentar sus ventajas técnicas desplazaron la payeta. Con el tiempo y para reducir un costo y una importación hicieron la inversión de la planta para la producción de su propia soldadura. Actualmente la comercializan en algunos almacenes de venta de insumos de joyería, junto con el dosificador que ellos mismos fabrican. La soldadura se llama Silver Fusion.

En ésta área trabajan 45 operarios. La eficiencia de cada operario es medida por el número de puntos de soldadura diarios, el parámetro es de 1.200 puntos. (Ver Fig.16)



Fig. 16. Área de soldadura. Instalaciones de tubería de gas y oxígeno para little torch.



Fig. 17. Soldadura de caps de las candongas. Llama puntual.

6. Área de Diamantado

El diamantado hace parte de la decoración de las piezas que se producen en esta empresa. Se realiza con un fresador de aire comprimido en forma manual. De acuerdo a lo expuesto desde el principio, cualquier trabajo en el que se haga remoción de material es confinado. Las cabinas de confinación impiden que el material se disperse, además de que protegen los ojos del operario. Los operarios adquieren esta destreza con un entrenamiento de dos a tres meses. Las figuras realizadas son determinadas por la empresa según el diseño del producto. (Ver Fig. 18 y 19)



Fig. 18. Puestos de diamantado confinados.



Fig. 19. Operación de diamantado.

7. Área de Acabados.

Primero efectúan un decapado con soda cáustica, alumbre o ácido muriático.

7.1 Sección de ensamble: De soldadura llegan las piezas a sección de ensamble. Primero ajustan la barra muy firme del catch, para que no se abra durante el brillo mecánico. Después del brillo mecánico pasa de nuevo a ésta sección para soltar la barra y ajustar el cierre. (Ver Fig. 20)

7.2 Sección de brillo mecánico:

- *Oro:* Para piezas de estampe y tubería. Se hacen acabados con cáscara de nuez, en seco. Primero una gruesa para desbaste durante 4 horas. (a fin de año se funden los residuos de recuperación) Después mezclan una carga gruesa con una delgada para prebrillo por 2 horas. (Pasta abrasiva metal finish MF 120/B, y MMS/8) y por último

para brillo en cáscara pulverizada. Si las piezas son muy livianas no entran en ésta sección. El oro lo trabajan en centrífuga. (Ver Fig. 21) Se lava, pasa a sección de ensamble para ajuste de barras y se empaca.

- *Plata:* Tubería en vibradora. (Ver Fig. 22) Piezas estampadas en tambor. Son con agua y aditivos. (Ver Fig. 23) En ambos casos durante una hora y media. Utilizan cargas de balines de acero con un champú grasoso, detergente líquido neutro y amoníaco. La grasa del champú se juaga en el lavado. Las esferas son limpiadas diariamente con Pulibri tamboreándolas durante una hora.

7.2 Sección de Lavado: Se lava con tricloroetileno en vasija con colador. Se calienta agua con fab. Pasa al ultrasonido con agua caliente con Ariel líquido y se juaga con agua desionizada con steam. (Ver Fig. 24). Finalmente se seca en una máquina de secado al vapor y al vacío a una temperatura de 38 grados centígrados aproximadamente. (Ver Fig. 25)

7.3 Sección de Baños electrolíticos: Para éste proceso cuentan con fuentes especializadas y de gran tamaño proporcionales a sus producciones. (Ver Fig. 27)

Primero enrracan (amarrar con hilo de plata a soportes) (Ver Fig. 26). Se meten al pacificador para la limpieza total durante un minuto, en un ácido neutralizante, Después agua corriente, ultrasonido con agua caliente y después otra vez neutralizante.

Pasan al primer baño de preplata durante unos segundos (catódico - rápido con más amperaje). Después a un baño de plata de 5 minutos. Después a un baño de recuperación de plata en agua deshionizada. Después agua corriente – Neutralizante – agua – ultrasonido – brillo electromagnético – y finalmente pasivado para fijar durante 10 minutos. Pasa a secado al vacío – Ensamble y empaque. (Ver Fig. 25, 27, 28 y 29)



Fig. 20. Sección de ensamble y Control de calidad.



Fig. 21 Centrifuga de brillo para oro.

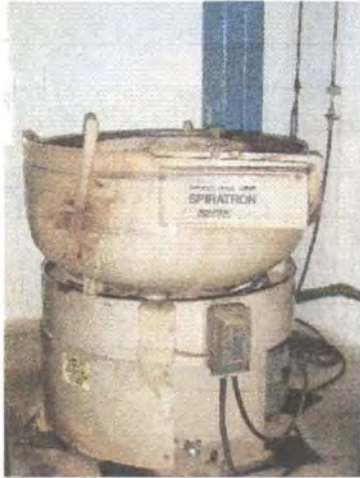


Fig. 22. Vibradora.



Fig. 23. tamboreadoras.



Fig. 24. Lavado con steam.



Fig. 25. Secadora al vapor y al vacío.



Fig. 26. Enraque o amarre de piezas.



Fig. 27. Tinas para baños electrolíticos.

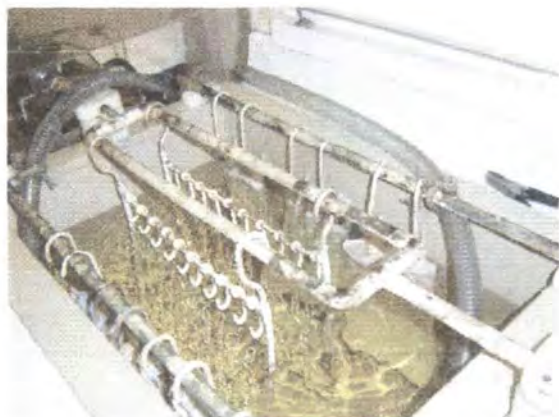


Fig. 28. Piezas en baño de plata.



Fig. 29 Introducción de canasta al ultrasonido.

7.4 Sección de control de calidad: El control de calidad se hace manualmente. Con una lupa de gran aumento las operarias deben mirar una a una las piezas para su control, con la lupa observan soldaduras o defectos que requieran del aumento. También en mesas de 4 operarias controlan los ajustes de los sistemas. Todo el proceso se hace con guantes para no opacar las piezas que ya están listas para empacar. (Ver Fig. 30 y 31)



Fig. 30. Control de calidad con lupa.



Fig. 31 Control de calidad y ensamble.

7.5 Pulimento y Brillo: Se realiza solamente en casos excepcionales, cuando vienen algunos errores que deben ser removidos aquí, o para algunas piezas especiales. De nuevo por ser un proceso en el que se genera remoción de material, los puestos son confinados, los residuos son aspirados por un gran extractor en el que se instalan varios motores de brillo. (Ver Fig. 32 y 33)



Fig. 32. Puesto de brillo confinado.



Fig. 33. Extractor con puestos de pulimento.

8. Área de Cadenería: Le fabrican las cadenas a empresas de fantasía y accesorios. La comercializan por metros. Cuentan con equipos especializados para la trefilación, y recocido de los hilos. (Ver Fig. 34 y 35)

Una vez tienen los hilos en el calibre requerido, son dispuestos en los carretes de las maquinas cadeneras que producen metros del tejido. (Ver Fig. 36 y 37) Tienen un altísimo rendimiento. Después pasan a sección de soldado con una máquina de soldadura continua con soplete.



Fig. 34. Trefiladora con varios palacios de Reducción del calibre del hilo.



Fig. 35. Horno de recocido de los hilos.

Conclusiones y recomendaciones.

- La Fundición Álvarez con su C.I. Metales y Derivados ha consolidado una Industria de Joyería con una gran capacidad de producción y unos niveles competitivos altísimos, llegando a mercados compradores como el de Estados Unidos, con un producto de una calidad óptima y a precios acordes, que le permiten competir con países productores como Corea.
- Artesanías de Colombia como gestor del Plan Nacional de Joyería, cuyo objetivo primordial ha sido el de impulsar el Sector Joyero Nacional como último eslabón de la cadena productiva, generando un valor agregado al potencial minero del país, ha logrado identificar dentro de la búsqueda del mejoramiento de la competitividad del sector la necesidad de optimizar procesos productivos.
- Se ha identificado que una de las falencias de la joyería artesanal se encuentra en la elaboración de sistemas, cierres y broches y en la homogenización de la calidad de sus productos. La posibilidad de adquirir partes preformadas como tubo, hilos y láminas, componentes de óptima calidad y ley certificada, fabricados por Metales y Derivados, solucionaría parte de ésta problemática sin provocar desplazamiento de mano de obra artesanal.
- De acuerdo a la experiencia adquirida por Metales y Derivados y después de diferentes métodos utilizados en el proceso de soldadura, han llegado a desarrollar una soldadura en crema que presenta una mayor eficiencia en términos de tiempo, fluidez, solidificación y evitando a la vez pérdidas de material. Dentro de la pasantía los asesores tuvimos la posibilidad de hacer prácticas con éste producto y pensamos que sería conveniente realizar una prueba piloto en las réplicas con diferentes productos de corte artesanal, con el fin de determinar si resulta adecuado en la elaboración de los mismos. Implementar tecnología nacional en procesos productivos joyeros nacionales.
- En el desarrollo de las producciones elaboradas durante los diferentes proyectos, se procesan cantidades considerables de material de plata. La imposibilidad de refinar adecuadamente los retales de material ligado y soldaduras hace que los procesos artesanales se vean obligados a reutilizar el retal como materia prima que no garantiza una ley adecuada para las siguientes producciones. Debido a lo anterior se plantea la posibilidad de que Metales y Derivados puedan prestar el servicio de refinación, garantizando así una excelente calidad de los metales puros para su reutilización.
- Los conceptos de control de las pérdidas deben ser adoptados y adecuados a los procesos artesanales. El costeo sigue siendo un tema neurálgico que no nos permite ser competitivos.
- La efectividad en la mano de obra necesita de igual modo métodos de optimización para efectos de precio final.
- Conceptos que a su vez deberían adaptarse en términos de costeo y administración y al menos parcialmente hasta donde la tecnología lo permite a procesos productivos artesanales.