



# **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo**

## **Artesanías de Colombia**

### **Corporación para el Desarrollo de las Microempresas (CORPOMIXTA)**

**Taller de Fundición.**

**“Pasantía para asesores del proyecto”**

**Bula Agudelo Alexandra, asesora  
Durán Hernando, asesor  
Ferrer Gómez, Juan Carlos, asesor  
Taller Fundición Álvarez**

**Bogotá 2005**

## 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.

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

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 Amoníaco.

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 carbonato 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.

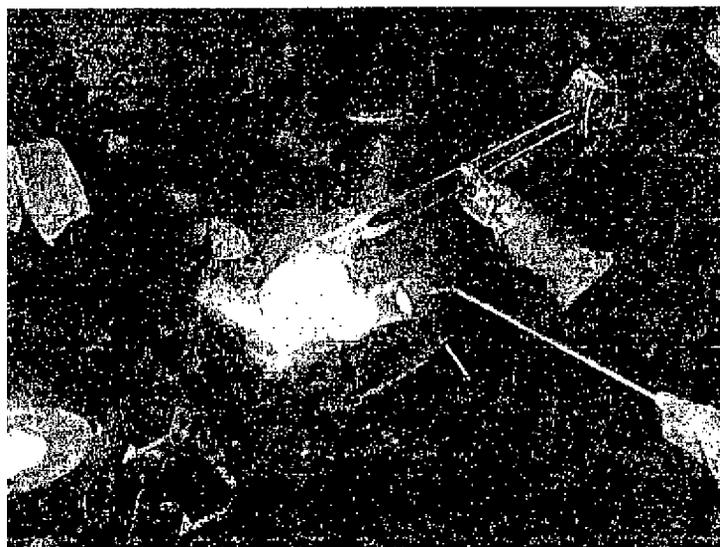


Fig. 3. Vaciado del metal acompañado con soplete con llama antioxidante.

### 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 bobina 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.

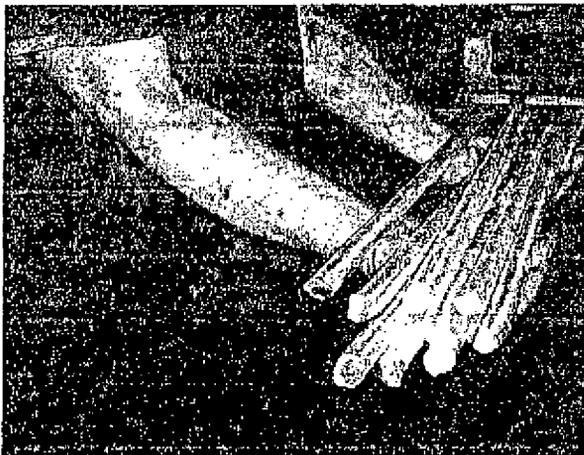


Fig.4. Alambres fundidos en horno continuo.  
Atmósfera controlada.

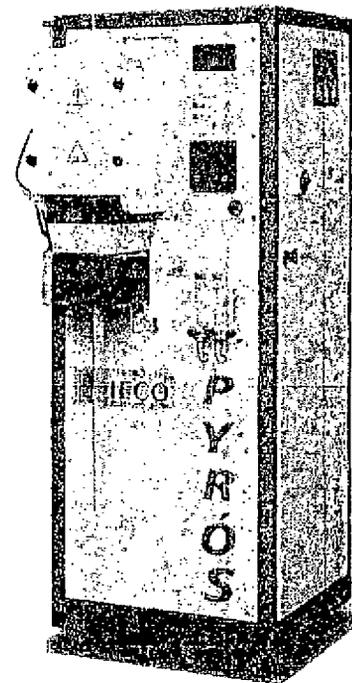


Fig.5. Horno de fundición continua.  
Salida de chapa.

## 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 frío. Reciben directamente de fundición las chapas continuas de 5 Mm. de calibre y alambros 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 mufas u hornos con atmósfera controlada de banda continua. Las mufas y los hornos de banda de recocido calientan a una temperatura de 580 a 600 grados Celsius o centígrados. (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 tensión 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 frío 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 rellenados con arena y cortados manualmente con motortool.

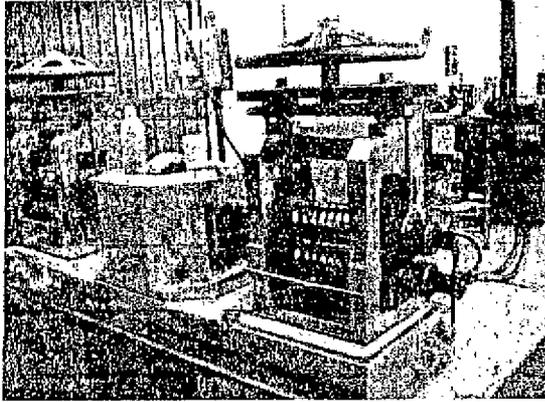


Fig. 6. Laminadora y trefiladota. Mangueras de paso de agua para refrigeración.

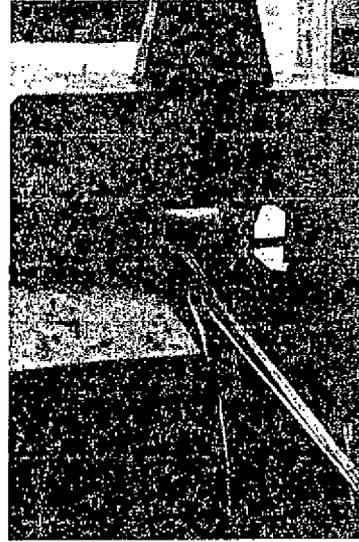


Fig. 7. Horno de recocido de banda. Atmósfera controlada.



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

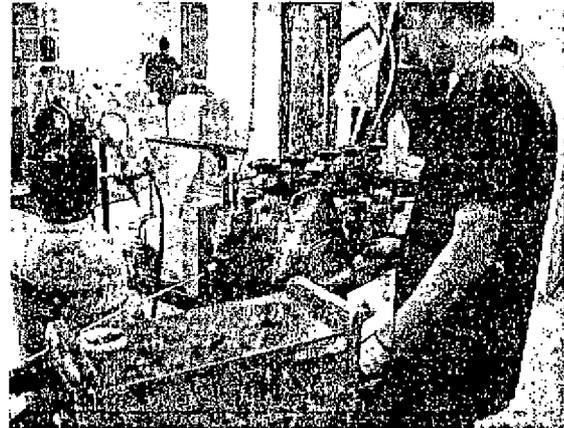


Fig. 9. Conformación y soldadura del tubo.

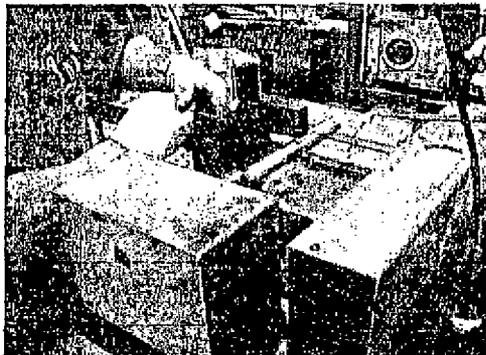


Fig. 10. Entorchado de espirales.



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.

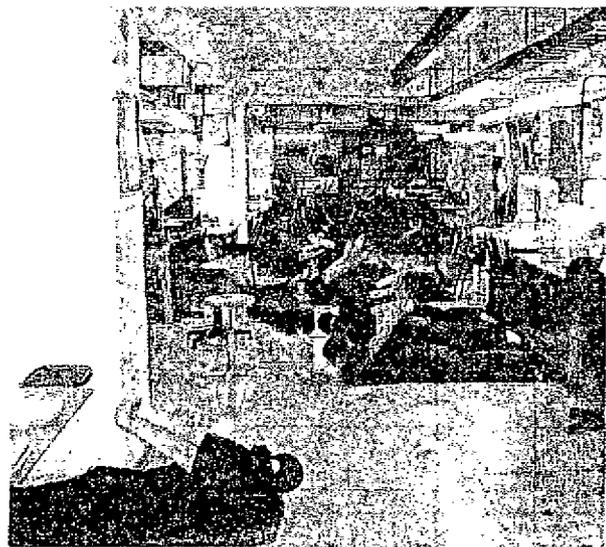


Fig. 15. Pausas activas.

## 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 oxídrica 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)

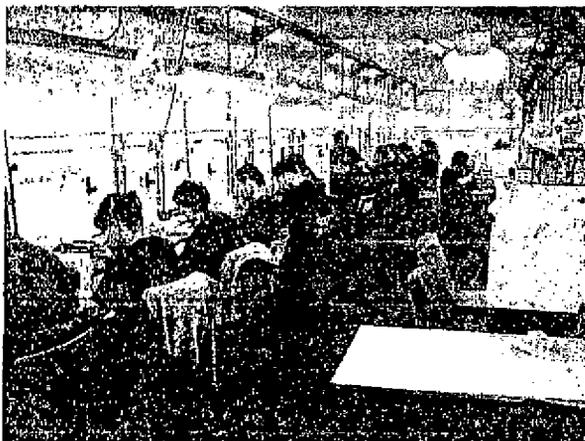


Fig. 16. Área de soldadura. Instalaciones de tubería de gas y oxígeno para little torch.

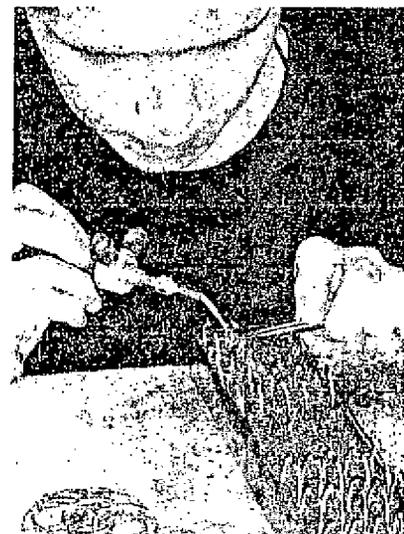


Fig. 17. Soldadura de caps de las candongas. Llama puntual.

## 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)

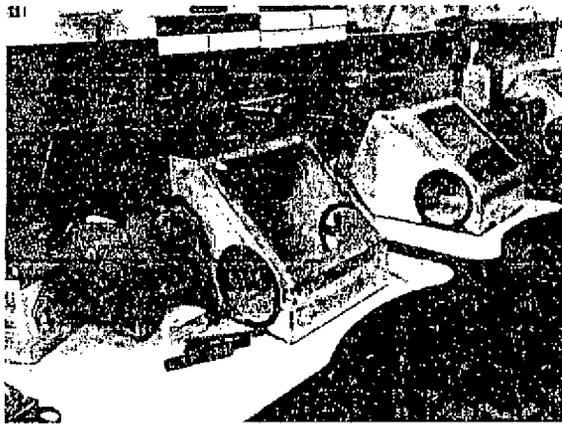


Fig. 18. Puestos de diamantado confinados.

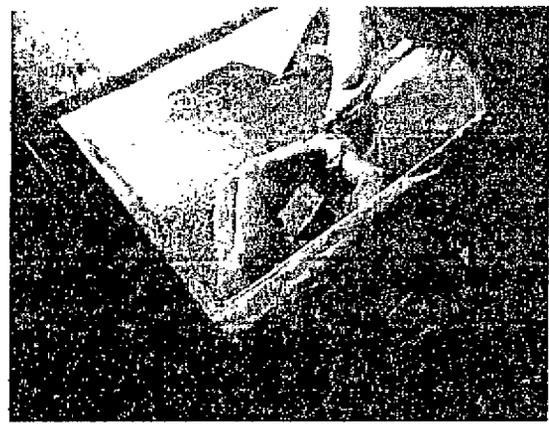


Fig. 19. Operación de diamantado.

## 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 centrifuga. (Ver Fig. 21) Se lava, pasa a sección de ensamble para ajuste de barras y se empaqa.

- *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 centigrados 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 enraccan (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.

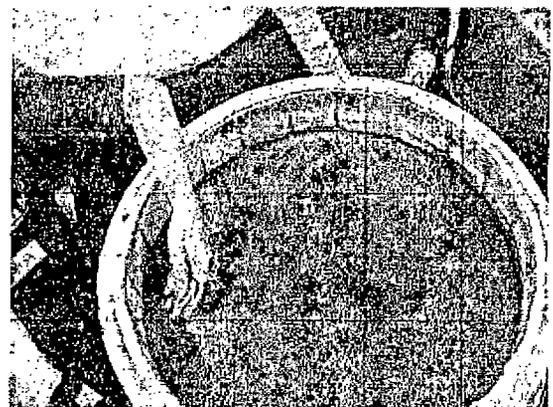


Fig. 21. Centrifuga de brillo para oro.



Fig. 22. Vibradora.

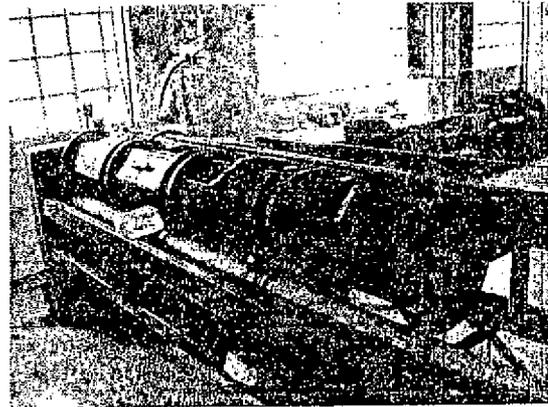


Fig. 23. tamboreadoras.



Fig. 24. Lavado con steam.



Fig. 25. Secadora al vapor y al vacio.



Fig. 26. Enrraque o amarre de piezas.

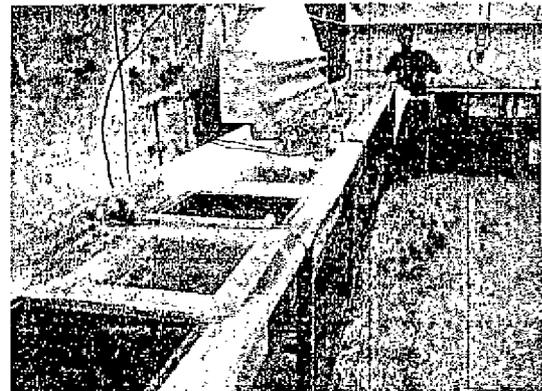


Fig. 27. Tinas para baños electroliticos.

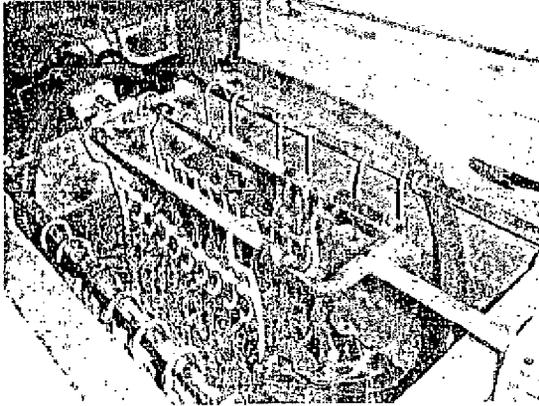


Fig. 28. Piezas en baño de plata.

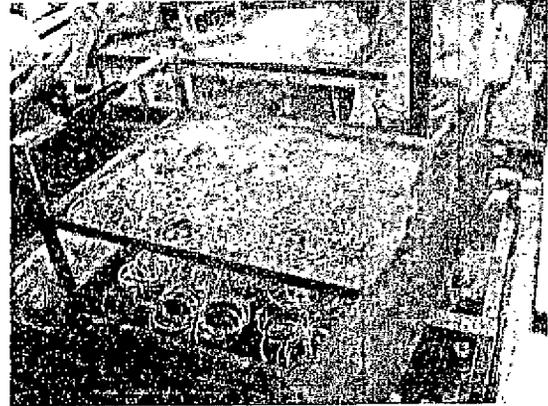


Fig. 29 Introducción de canasta al ultrasonido.

**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)

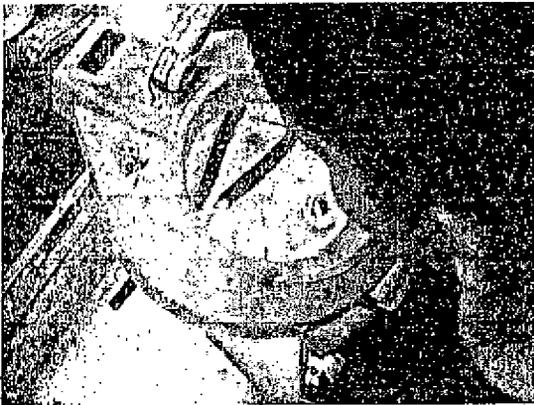


Fig. 30. Control de calidad con lupa.



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)

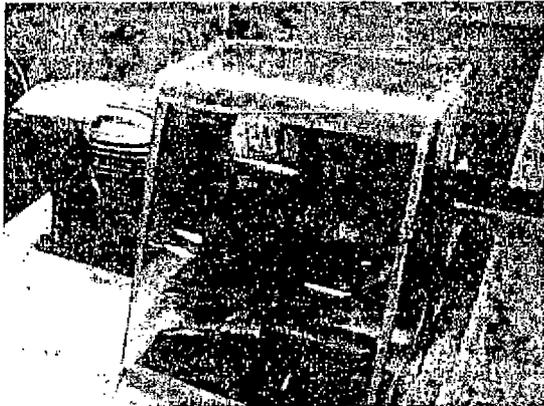


Fig. 32. Puesto de brillo confinado.

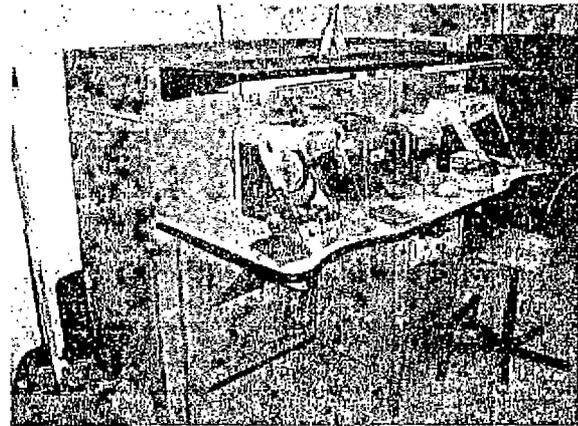


Fig. 33. Extractor con puestos de pulimento.

**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 máquinas 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.

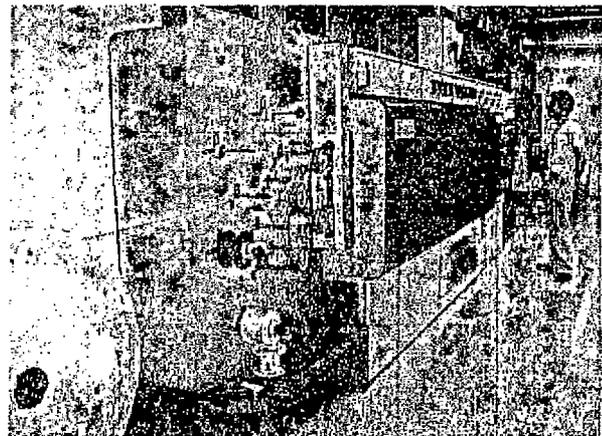


Fig. 35. Homo de recocido de los hilos.

## Conclusiones y recomendaciones.

- La Fundación 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.