

**DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO  
AMBIENTAL APLICADO A LOS SECTORES DE PROCESAMIENTO DE  
MADERA, ELABORACIÓN DE JOYAS Y FUNDICIONES DE HIERRO GRIS  
EN EL AREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB**

**CRISTIAN PORRAS CHAPARRO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2004**

**DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO  
AMBIENTAL APLICADO A LOS SECTORES DE PROCESAMIENTO DE  
MADERA, ELABORACIÓN DE JOYAS Y FUNDICIONES DE HIERRO GRIS  
EN EL AREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB**

**CRISTIAN PORRAS CHAPARRO**

**Monografía de Grado**

**Para optar al título de Especialista en Química Ambiental**

**Director:**

**JUAN CARLOS CASTRO ORTIZ**

**Ingeniero Químico, Especialista en Ingeniería Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2004**

## CONTENIDO

	Pág.
<a href="#"><u>Resumen</u></a>	
INTRODUCCIÓN	11
1. ANTECEDENTES	12
2. MARCO CONCEPTUAL	14
<a href="#"><u>3. MARCO LEGAL</u></a>	19
4. PROCESOS PRODUCTIVOS	21
4.1 PROCESAMIENTO DE MADERA	21
4.1.1 Descripción del sector	21
4.1.2 Operaciones unitarias involucradas	21
4.2 ELABORACIÓN DE JOYAS	24
4.2.1 Descripción del sector	24
4.2.2 Operaciones unitarias involucradas	24
4.2.2.1 Etapas del proceso de recuperación de residuos sólidos.	30
4.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS	34
4.3.1 Descripción del sector	34
4.3.2 Operaciones unitarias involucradas	36
5. ASPECTOS AMBIENTALES	40
5.1 PROCESAMIENTO DE MADERAS	40
5.2 ELABORACIÓN DE JOYAS	44
5.2.1 Vertimiento resultante de la refinación con ácido nítrico.	45
5.2.2 Aguas de lavado	46
5.2.3 Emisiones gaseosas.	47
5.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS	47
6. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES	50
7. MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL A IMPLEMENTAR	54
7.1 PROCESAMIENTO DE MADERA	54

7.1.1 Control del Material particulado	54
7.1.2 Control de Ruido.	56
7.1.3 Control de las emisiones de Solventes de pintura.	57
7.2 ELABORACIÓN DE JOYAS	58
7.2.1 Control de vertimientos líquidos con alto contenido de Cianuro.	58
7.2.2 Control de gases nitrosos.	59
7.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS	61
7.3.1 Control de la emisión de material particulado	61
7.3.2 Manejo de escorias	62
7.3.3 Arenas gastadas	63
8. METODOLOGÍA DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO	65
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFIA	72

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organigrama C.D.M.B.	15
Figura 2. Proceso de seguimiento y monitoreo ambiental.	15
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de muebles	23
Figura 4. Diagrama de flujo proceso de armado de joyas	29
Figura 5. Diagrama de flujo común de los procesos implementados en joyería	35
figura 6. Diagrama de flujo proceso de fundición	39
figura 7. Proceso típico industrial	51
Figura 8. Esquema procedimiento de seguimiento.	68

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Usos de solventes en la industria de muebles de madera	<a href="#"><u>46</u></a>
Tabla 2. Rangos de concentraciones en vertimientos (mg/l) de las sustancias tóxicas provenientes de las etapas de pulimento y ataque químico.	<a href="#"><u>48</u></a>
Tabla 3. Caracterización tipo de las aguas de lavado	<a href="#"><u>48</u></a>
Tabla 4. Emisiones de partículas en diferentes empresas de fundición del AMB. Proyecto de Investigación UPB. Escuela de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002	<a href="#"><u>50</u></a>
Tabla 5. Clasificación resumida de aspectos e impactos ambientales según ISO 14004	<a href="#"><u>53</u></a>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Resolucion propuesta para la implementación del seguimiento	<a href="#"><u>76</u></a>
Anexo B. Formatos de Evaluación Ambiental	<a href="#"><u>88</u></a>
Anexo C. Formatos de Autodeclaración	<a href="#"><u>92</u></a>

**TITULO:** DESARROLLO DE UN INSTRUMENTO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL APLICADO A LOS SECTORES DE PROCESAMIENTO DE MADERAS, ELABORACIÓN DE JOYAS Y FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB\*

Cristian Porras Chaparro\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Emisiones atmosféricas, Vertimientos líquidos, Residuos sólidos, Metodología ABC, Impactos ambientales, Manejo ambiental.

### **Resumen**

El proyecto pretende implementar a través de La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, un instrumento para el manejo ambiental de los sectores productivos objeto del presente documento, el cual contiene medidas tecnológicas, propuestas para la mitigación o reducción de las afectaciones ambientales asociadas a estas labores y enmarcado por una normatividad local.

El sector de procesamiento de madera, según la Metodología ABC del Instituto para Economía Ecológica de Berlín, presenta impactos ambientales de alta significancia como la emisión de material particulado (polvo), alta generación de ruido proveniente de los equipos o maquinaria, producción de residuos sólidos representados en retal de madera o virutas y la emisión de solventes de pintura asociado a la etapa de acabado de algunas piezas. El sector de elaboración de joyas presenta impactos al recurso hídrico fundamentado en las descargas que hace al sistema de alcantarillado municipal con alto contenido de metales como el Cobre (Cu), además de emisiones provenientes de las reacciones químicas utilizadas en el proceso de Pulimento y refinación del oro. La fundición de hierro gris genera altas emisiones de material particulado dadas las características del combustible y residuos como arenas gastadas y escorias provenientes del proceso de fusión.

La CDMB dentro de sus labores de control, pretende modificar la forma de intervenir estos sectores productivos mediante el diligenciamiento periódico de formularios informando el avance de la implementación de las medidas de control propuestas y las sugerencias nuevas para este manejo ambiental. El sector productivo al interiorizar la variable ambiental dentro sus metas o compromisos disminuirá las afectaciones hacia la comunidad vecina y estaría frente al cumplimiento del marco legal ambiental, generando para su beneficio un ambiente laboral sano y valores agregados en sus productos considerando las nuevas tendencias del mercado.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ciencias / Escuela de Química, Especialización en Química Ambiental, Jairo Puentes Bruges.

**TITLE: DEVELOPMENT OF A CONTROL INSTRUMENT And ENVIRONMENTAL MONITORING APPLIED To the SECTORS OF WOOD PROCESSING, JEWEL MANUFACTURING And GRAY IRON SMELTING IN CDMB JURISDICTION AREA\***

Cristian Porras Chaparro\*\*

**KEY WORDS:** Atmospheric emissions, Liquid waste, Solid waste, environmental ABC Methodology, Environmental Impacts, Environmental handling

### **Summary**

This project tries to implement through the "Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB", an instrument for the environmental management of the productive sectors, which are analyzed in this document. The instrument contains technological parameters, proposals for the mitigation or reduction of the environmental affectations that is associated to these activities and framed by a local standards.

The sector of wood processing, according to the ABC Methodology of the Institute for Ecological Economy of Berlin, displays environmental impacts of high significance like the emission of particle materials (dust), high generation of noise that is generated for equipment or machinery, solid remainders production (remnant of wood or shavings) and, the emission of painting reliable founded in the finished stage of some pieces. The jewel elaboration sector displays impacts to the water resource. This is based on the discharges that do to the municipal sewage system with high metal content like Copper (Cu), plus emissions from chemical reactions used in the process of Polish and refinement of gold. The gray iron smelting generates high emissions of particle materials and it is because the characteristics of the fuel, and remainders like spent sands and dregs that are generated for the fusion process.

The CDMB, within its control tasks, tries to modify the way to take part in these productive sectors by means of the periodic elaboration of forms, which will inform the progress of the given control parameters implementations and the new suggestions for this environmental management. When the productive sector internalizes the environmental variable inside its goals or commitments, it will diminish the affectations towards the neighboring community and it would be fulfilling the environmental legal frame, generating for its benefit, a healthy labor atmosphere, and values added in its products with the market new tendencies.

---

\* Monograph

\*\* Science Faculty / Chemistry School, Specialization in Environmental Chemistry, Jairo Puentes Bruges.

## INTRODUCCIÓN

Las Corporaciones Autónomas Regionales CAR's dentro de las funciones proferidas por la Ley 99 de 1993 en cabeza del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, propenden por el cuidado y preservación de los recursos naturales. Esta función o labor fundamental a través del tiempo ha venido cobrando cada vez mayor interés, fundamentado en el volumen de solicitudes y reiteradas manifestaciones por parte de la comunidad que cada día conoce más sus derechos en términos ambientales y los hacen manifiestos de diferentes formas ante las autoridades competentes, además del crecimiento del sector productivo que lleva consigo asociados impactos ambientales que atentan contra la calidad de vida de la comunidad vecina al área de influencia directa.

En este orden de ideas, al interior de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, las labores de control se han venido incrementando generando a su vez una dinámica en la autoridad ambiental que exige estar al nivel de este requerimiento y poder atender eficientemente esta problemática.

Es por eso que se pretende la modificación al procedimiento actual de seguimiento y control, mediante la implementación de una guía para los sectores de Procesamiento de Madera, Elaboración de Joyas y Fundición de hierro gris, en busca de un mejoramiento en el desempeño ambiental del sector productivo al interior de la empresa, además de elevar la efectividad de la labor de control que desarrolla la Autoridad Ambiental, ya que esta herramienta permite capturar información sistemática, ordenada y detallada, facilitando así la atención a estas actividades que por su alto volumen y presencia en la jurisdicción se hace prioritario.

## 1. ANTECEDENTES

La Constitución Política de Colombia adoptó el principio del Desarrollo Humano Sostenible, para conciliar las necesidades de mejor calidad de vida de la población y crecimiento económico. Así mismo, le asigna al Estado, al igual que a todas las personas, la obligación de proteger y conservar los recursos naturales de la Nación.

En el área de jurisdicción de la CDMB, existen empresas que debido a sus procesos productivos causan efectos significativos sobre la calidad del aire y en general deterioro de los recursos naturales. La Corporación acorde con sus funciones regula estas actividades, que son la causa de las continuas solicitudes por parte de la comunidad, controlando y exigiendo que se ajusten a un proceso de producción tal que disminuya los impactos ambientales hacia el entorno y los recursos naturales.

Dado que en el grupo de Seguimiento y Monitoreo Ambiental se reciben cerca de 400<sup>1</sup> solicitudes al año por parte de la comunidad, los esfuerzos de los funcionarios se orientan a atender dichas misivas, ocasionando con esto que empresas registradas con expedientes no se visiten con la periodicidad requerida, creando un vacío de información que debe atenderse.

De un 100% de los expedientes registrados en este grupo, el 87% son solicitudes de visita o quejas remitidas por la comunidad a causa del mal manejo de los procesos productivos de los establecimientos comerciales e

---

<sup>1</sup> BARRERA, Juliana. Análisis de la información contenida en los expedientes del Grupo de Seguimiento y Monitoreo Ambiental a Fuentes Fijas de la CDMB: Proyecto de grado UPB, 2003.

industriales que afectan la calidad de vida. Por lo tanto el seguimiento realizado se ha basado en la atención a las solicitudes y no a un seguimiento sistemático y periódico que permita un eficiente control de dichos establecimientos.

Además, es necesario una regulación específica para el área de jurisdicción de la CDMB, acorde con el crecimiento de los sectores productivos y el apreciable grado de contaminación que estos generan.

Atendiendo esta situación, y motivados por la actitud reactiva por parte de los empresarios frente a la problemática ambiental, manteniendo a la CDMB en procesos de vigilancia y control sobre el desempeño ambiental de las industrias, se requiere implementar una metodología para realizar un seguimiento eficiente.

Como un instrumento de ayuda para estos sectores, es necesario diseñar unas guías ambientales con el fin de obtener una adecuada operación de procesos, sistemas de control para contaminantes, recomendaciones respecto a manejo de materias primas y residuos, asesorías a nivel de eficiencia en materia de energía, y en general acciones de producción más limpia.

Por otro lado el cumplimiento con la legislación ambiental genera una actitud de mejoramiento de la empresa que permite obtener competitividad y el reconocimiento de los consumidores que en la actualidad toman conciencia de la importancia de la preservación de los recursos naturales.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes de carácter público encargados de administrar dentro de su área de jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible. Dentro de sus funciones se encuentran las de fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el medio ambiente y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias o residuos causantes de degradación ambiental. Estos límites, restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente.

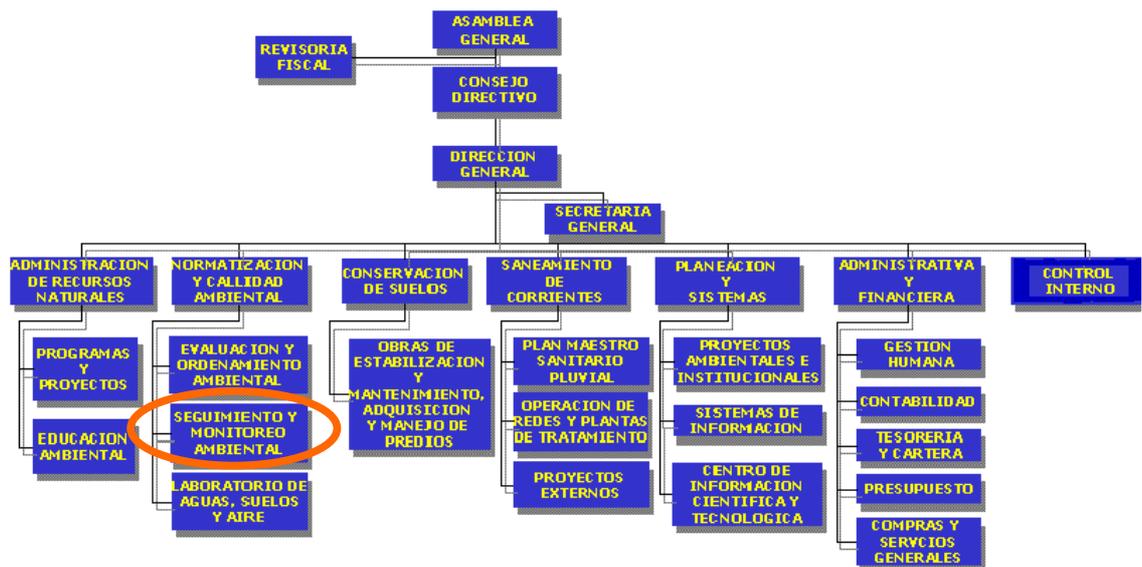
La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, ejerce control sobre el área Metropolitana en una extensión de 1426.47 Km<sup>2</sup> que representan el 29 % del área de jurisdicción y aproximadamente el 5% del total del Departamento de Santander. En ella se concentra el 86.2% de la población total del área de la Jurisdicción, que a su vez corresponde al 50% de la población del departamento.

Su estructura administrativa esta conformada por siete subdirecciones que son Administración de Recursos naturales, Normatización y Calidad Ambiental, Conservación de Suelos, Planeación y Sistemas, Administración financiera, Control interno y Saneamiento de corrientes.

La CDMB atiende aproximadamente 400 solicitudes anuales de la comunidad que se siente afectada por problemas de contaminación atmosférica

asociados a procesos productivos ubicados en el AMB, dicha labor se realiza al interior del Grupo de Seguimiento y Monitoreo Ambiental, de la Subdirección de Normalización y Calidad Ambiental (ver figura No 1).

Figura 1. Organigrama CDMB.



Fuente: Página web [www.cdmb.gov.co/estructura](http://www.cdmb.gov.co/estructura)

Las solicitudes de la comunidad, se atienden mediante el siguiente procedimiento.

Preparación. En esta etapa se define la información requerida según la Instalación o empresa y se prepara una lista preliminar de verificación.

Ejecución. Comprende la fase de recolección de la información inicial, revisión de documentos, informes y reportes de interés y la visita de inspección de las instalaciones.

Preparación del informe. Se reseña el resumen de hallazgos y reporte de no

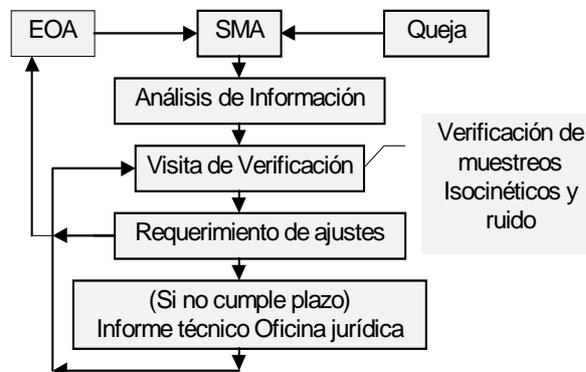
conformidades para de esta forma establecer el grado de cumplimiento de la empresa auditada. En este informe se hacen requerimientos al establecimiento o industria o, si se considera necesario, se solicita que se inicie el trámite para solicitud del permiso o concesiones a que haya lugar.

Seguimiento. Esta actividad se desarrolla en la medida que se vencen los plazos para realizar las obras o medidas de mitigación a la empresa auditada y se supera a través de la implementación de acciones correctivas conducentes a la superación de incumplimiento o no conformidad de la normatividad.

En el caso que la empresa en cuestión no cumpla los plazos y luego de una verificación, se realiza un informe técnico con el fin de que se adelante el proceso sancionatorio correspondiente, en la oficina jurídica de la Subdirección. Este proceso, obviamente se sustenta en la información técnica existente y otra adicional que pueda recurrir para lo cual se realizan nuevas visitas y se producen nuevos informes técnicos.

La actividad de seguimiento actual se puede esquematizar de la siguiente manera:

Figura 2. Proceso de Seguimiento y Monitoreo Ambiental.



Sin embargo y pese a que este proceso ha obtenido buenos resultados, la variabilidad del sector productivo y la poca sectorización de éste, ha generado que la labor de seguimiento sea insuficiente, debido a que las nuevas solicitudes de la comunidad demandan de los funcionarios la gran mayoría del tiempo, ocasionando una desatención en el seguimiento y control por parte de la autoridad y por ende poco compromiso con el desempeño ambiental por parte de los empresarios.

La propuesta metodológica para el seguimiento y el mejoramiento ambiental de los sectores involucrados en el proyecto es una guía de gestión ambiental, la cual es una herramienta que apunta al desarrollo de objetivos en el mediano y largo plazo en la adopción y aplicación de esquemas que contribuyan al mejoramiento ambiental, involucrando aspectos de competitividad empresarial.

La guía ambiental además de optimizar el seguimiento y control a estas actividad pretende unificar criterios ambientales y tecnológicos para el manejo y cumplimiento ambiental, por cuanto propone acciones para el mejoramiento continuo de cada uno de los sectores al enfocar el desempeño ambiental, incluyendo en el marco de las gestiones diseñadas la mitigación

del impacto ambiental y la disminución de las afectaciones asociadas a estos procesos.

El éxito de esta herramienta depende fundamentalmente de su adecuada socialización, aplicación y seguimiento por parte del sector productivo y de las autoridades ambientales en los diferentes ámbitos y competencia, ya que pretende interiorizar el compromiso ambiental en el empresario en un proceso de autogestión.

La CDMB dentro del Plan de Gestión Ambiental Regional, el cual es un instrumento de planificación estratégico de largo plazo para el área de jurisdicción, contempla dentro de sus objetivos, “EL IMPULSO AL DESARROLLO REGIONAL SOSTENIBLE”, considerando como norte la calidad de vida urbana y rural, implementando Políticas de Producción Más Limpia que buscan la aplicación continua de un estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente. En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y desechos<sup>2</sup>.

De ahí que la aplicación del concepto asegura que la Producción Más Limpia es una meta que persigue el sector productivo a través de prácticas de mejoramiento continuo preventivo y la implementación de nuevas tecnologías que permitan la reducción en la emisión y vertimiento de contaminantes y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y del medio ambiente como sumidero de residuos.

### 3. MARCO LEGAL

El tema ambiental nacional a nivel de reglamentación comienza a partir del año 1974 con el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, el cual establece que el Ambiente es un patrimonio común en concordancia con lo establecido acerca del peligro para el medio ambiente originado en la actividad humana, cuyo resultado fue la primera Conferencia Ambiental, que se celebró en 1972 en Estocolmo.

Con estos principios, la reglamentación ambiental dio un gran paso y comienza a gestarse los demás compromisos internacionales en busca de la protección y control hacia el medio ambiente como la Convención de Basilea sobre el Movimiento Transfronterizo de Residuos Peligrosos y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (1985).

Pero fue hasta 1992 cuando la humanidad asume el concepto de Desarrollo Sostenible mediante la celebración de la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UN Conference on Environment and Development - UNCED), en Río de Janeiro. El mérito de la Conferencia de Río de Janeiro es haber ayudado a imponerse al modelo del desarrollo sostenible, es decir, un modelo de desarrollo que integra aspectos ecológicos, sociales y económicos.

Motivados por esta tendencia se crea en Colombia El Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993, y a su vez el sistema nacional ambiental SINA, que pretende a través de las Corporaciones Autónomas

---

<sup>2</sup> CDMB. Proyecto Plan de Acción Trianual 2004-2006: Documento Administrativo. 2004

Regionales ejercer control y propender por el desarrollo sostenible en el área de su jurisdicción.

Por último se profieren los decretos y resoluciones reglamentarios a esta Ley en términos del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, y el control en la generación de residuos y su impacto hacia el medio ambiente.

## 4. PROCESOS PRODUCTIVOS

### 4.1 PROCESAMIENTO DE MADERA

**4.1.1 Descripción del sector.** El sector de madera ubicado en el Area Metropolitana de Bucaramanga – AMB se caracteriza por ser una industria pequeña y mediana dedicada al aserrado, fabricación de muebles y talleres de carpintería ubicados en diferentes zonas. El procesamiento de maderas incluye la fabricación de muebles que transforman la madera para obtener productos como muebles para el hogar y oficina.

Según reportes de la Cámara de Comercio en el año 1999 se encuentran ubicadas en el AMB cerca de 238<sup>3</sup> empresas registradas, obviamente sin contar aquellas informales que no cuentan con este registro.

Las actividades y operaciones que se llevan a cabo en la mayoría de las fábricas de muebles se presentan a continuación:

#### 4.1.2 Operaciones unitarias involucradas

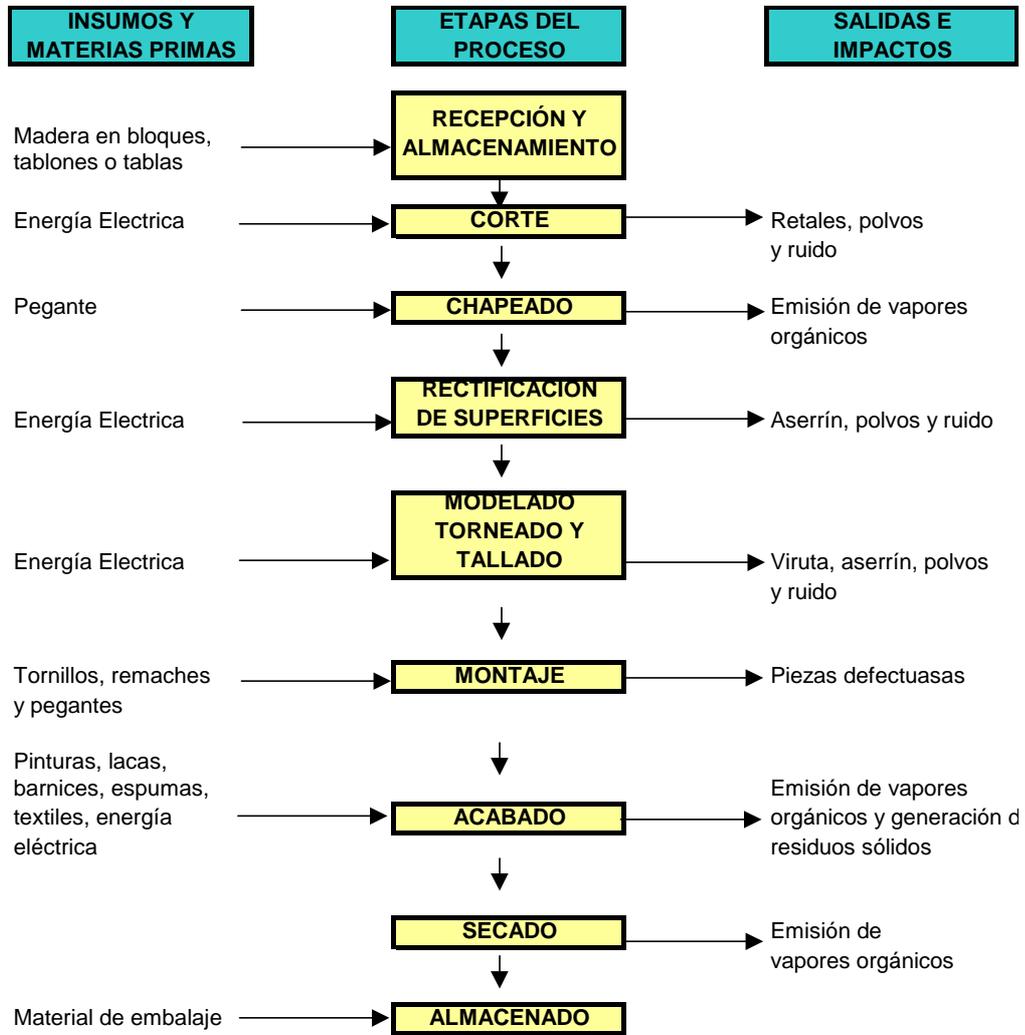
- **Recepción y almacenamiento de la madera:** En esta etapa se recibe la madera, ya sea trozada o aserrada. Se procede a su almacenamiento y o secado, generalmente por contacto directo con el sol y el aire. En algunos casos se utilizan cámaras de secado que agilizan.

---

<sup>3</sup> NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER. Manual de Producción más Limpia en porcicultura, Sacrificio informal de Aves, Fundición y Procesamiento de Madera. Bucaramanga.

- **Corte:** Operación mecánica en la que se da a la madera las dimensiones requeridas para su procesamiento posterior. Se utilizan sierras circulares o sinfín , así como cepillos que emparejan la superficie.
- **Chapeado:** Consiste en unir varias láminas de madera mediante prensado con adhesivos apropiados.
- **Rectificación de superficies:** Consiste en el cepillado y lijado de las piezas, con el fin de darle uniformidad a la madera y prepararla para las operaciones subsiguientes.
- **Moldeado, torneado y tallado:** Con estos procedimientos se la forma requerida.
- **Montaje:** Consiste en el empalme de las piezas anteriormente elaboradas, mediante ensamble a presión, con tornillos, remaches o colas.
- **Acabado:** Se realiza dependiendo de las características finales del mueble. Los acabados son el enchapado, la pintura y el tapizado, entre otros.
- **Secado:** con el fin de proceder al secado de la pintura o barniz se deja el mueble expuesto al aire o se induce en cámaras de secado.
- **Almacenado:** El producto terminado se empaca y se almacena para su posterior distribución.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de muebles



Fuente: Nodo de producción Más Limpia de Santander. 2000

En el caso de los aserríos generalmente se incluyen solo las primeras etapas de las descritas anteriormente, a demás de otras el descortezado y acondicionamiento. A continuación se presenta un diagrama del proceso: (Ver diagrama del proceso de fabricación de muebles)

## 4.2 ELABORACIÓN DE JOYAS

**4.2.1 Descripción del sector.** En el ámbito mundial, Colombia ocupa el séptimo lugar en producción de oro con Santander como uno de los principales departamentos productores de este mineral extraído de los yacimientos de las regiones mineras de Vetas, California y las zonas auríferas de río de oro en Girón y Sabana de Torres. En la producción de oro como materia prima Antioquia es el principal productor minero y Bucaramanga es el principal productor de joyas abasteciendo el 70% del mercado nacional.

La joyería en Bucaramanga es un sector microempresarial, solo el 2% de las unidades empresariales tienen más de 20 operarios.

Este documento no contemplará las etapas de extracción y se enfocará en el procesamiento para la obtención de joyas, labor que se desarrolla en talleres (cerca de 1000 según El centro de Desarrollo Productivo de Joyería<sup>4</sup> ubicados en el área metropolitana.

### 4.2.2 Operaciones unitarias involucradas

- **Refinación Química:** Este proceso se basa en la propiedad que tiene el ácido nítrico de diluir los metales que acompañan al oro cuando estos están presentes con un peso de tres veces el del oro, o como mínimo dos y media. El oro no es atacado por el ácido nítrico, la plata y el cobre respectivamente forman nitratos solubles.

---

<sup>4</sup> NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER. Diagnostico ambiental del sector de Joyería

- **Fundición:** Se funde el metal en cucharas refractarias revestidas con borato de sodio (bórax), para que el mineral no se adhiera a la superficie de la misma (temperatura de fusión del oro 1063 C, temperatura de fusión de la plata 961 C) y lo vierte en las lingoteras rectangulares de 5 mm de espesor si es para barras o en moldes cilíndricos de hasta 10 mm de diámetro si es para alambres. En esta etapa se alcanzan temperaturas desde 900 hasta 1100 C y se trabaja con gas propano almacenado en cilindros de 100 lb y oxígeno ó con oxiacetileno.
- **Laminación:** Cuando la temperatura ha bajado lo suficiente la pieza a trabajar: alambre o lingote de sección rectangular, se pasa por los laminadores para dar la forma requerida esto es, lámina plana, media, caña, alambres, etc. Este proceso físico se realiza mediante el paso manual del material entre los cilindros laminadores. Gracias a la presión mecánica ejercida por las masas y palacios que conforman los laminadores el material se deforma y adquiere las formas talladas en los cilindros. La máxima reducción posible es de 0.8 mm de sección cuadrada.
- **Corte y troquelado:** Una vez terminada la laminación, se deben hacer los cortes, los repujados y ensamblados de la joya; la lámina se corta en matrices obteniendo la forma según el patrón para posteriormente ser troquelado, valiéndose del recocado para facilitar el trabajo. Las operaciones de corte y troquelado pueden cambiar de orden según las características de las piezas y el criterio del joyero.
- **Trefilado, corte y doblado:** Cuando se trata de elaborar alambres o hilos, es necesario lograr mayores reducciones de diámetro, para tal efecto se emplean las hileras, que son placas de acero con orificios de diferentes diámetros que varían entre 1.20mm y 0.26mm.

- **Armado – ensamblado:** El armado depende del artículo que se va a manufacturar, mencionando entre ellos la fabricación de monturas (parte del anillo) en plastilina ó yeso, el colado sobre ellas de yeso a moldear, el ajuste manual de los modelos con lingotes de sección rectangular o hilos, para posteriormente realizar la soldadura de las piezas, redondeado de los aros, fabricación y soldadura de argollas para cadenas y pulseras en forma manual por medio de una guía, ensamble de cada tuerca para aretes.
- **Soldadura:** Las piezas, hilos y láminas, son ensambladas sobre yeso y se aplica soldadura en las uniones. Cada joyero prepara su soldadura con la mezcla que considera pertinente, puesto que no existe una mezcla estándar. Por ejemplo, si se trata de una pieza de joyería elaborada en oro, se puede utilizar una mezcla de oro, plata y latón en proporciones de 50%, 25% y 25 % respectivamente. Para oro de 18 K, se utiliza también una mezcla de 66% de oro puro, 285 de cobre, 4% de plata y 2% de cadmio.
- **Decapado:** En esta etapa se “limpia” la joya ensamblada de todas impurezas (grasas y óxidos) que ha adquirido durante el proceso. Normalmente, todos los metales utilizados en joyería al recocerlos o soldarlos, se oxidan y cambian de color. Así pues, para eliminar los óxidos y los restos de fundentes, se utiliza una solución de ácido sulfúrico de 35 al 40% de pureza, en proporción 1:9.
- **Limpieza:** la joya debe lavarse con agua – jabón para eliminar los restos del ácido utilizado en el decapado.

- **Engaste:** Se logra en esta etapa, obtener la pieza de joyería terminada en lo que al diseño se refiere, se asegura la prendería y se hacen los últimos retoques a la joya. En algunos talleres de joyería y sobretodo cuando se trata de piedras muy pequeñas, se utiliza una sustancia llamada comercialmente “gomalaca” para fijar la piedra a la joya y debe lavarse con una solución de hidróxido de sodio y etanol para eliminar los excesos.
- **Pulimento químico:** Se proporciona brillo a la pieza sumergiéndola en una solución de cianuro de sodio (10g/l) ó de cianuro de potasio (25g/l) y peróxido de hidrogeno al 50% de pureza. El agua hierve hasta disolver completamente el cianuro, se retira de la llama y se le agregan 10 ml de peróxido de hidrógeno por cada 50 ml de solución. Este proceso se realiza hasta tres veces por cada pieza, sólo una de ellas se deja “explotar” en un tiempo aproximado de 30 segundos (producto de la reacción de la solución cianurada y el peróxido) y las otras dos veces se deja sólo para dar un poco más de brillo, lo anterior depende de la operación de cada taller.
- **Pulimento mecánico:** Se proporciona brillo a la joya por medio de pulidoras y pastas abrasivas como la W100 y el rojo inglés.
- **Proceso de microfusión:** El proceso de microfusión consiste en reproducir en cera modelos originales de anillos, pendientes y medallas, entre otros; para reproducirlos en metal: Plata y Oro, logrando mayores volúmenes de producción. Este proceso parte del diseño cada pieza para la posterior elaboración de modelos patrones en cera a partir de un modelo en acero.

Elaboración del molde: La pieza de joyería puede ser modelada a mano en cera de moldeo la cual se reviste de yeso para elaborar posteriormente el mismo, en oro o plata y poder vulcanizar.

Vulcanizado: Con el modelo en oro o plata se realiza un molde (matriz) de caucho vulcanizado ó siliconado, mediante una prensa en la cual se han colocado capas de caucho alrededor del modelo impregnado de desmoldante si es necesario, además de la presión mecánica se le suministra calor para que el caucho adquiera la forma del modelo. De una bande caucho siliconado por ejemplo, se pueden hacer un promedio de 5 a 6 moldes, esta cantidad depende del diseño de la pieza. El caucho puede ser reutilizado como relleno de los moldes nuevos.

Inyección de cera: Al molde de caucho se le inyecta cera de joyería, en un equipo que suministra temperaturas entre 70 y 80C, obteniendo así los modelos de cera.

Armado del árbol: las reproducciones en cera son adheridas alrededor de un bebedero del mismo material y de mayor diámetro conformando un árbol con todas las piezas. El árbol se coloca en una base de caucho, que facilitara la posterior entrada de la aleación, la base esta acondicionada para ser depositada dentro de un cilindro de acero.

Revestimiento: El cilindro armado en árbol se cubre con una mezcla de revestimiento y agua (por cada 700 gramos de revestimiento se agregan 300 ml de agua, para un cilindro de 40 piezas aproximadamente) y se somete al vacío para eliminar el aire contenido, un hora después el revestimiento se fragua y posteriormente se retira la base del cilindro. Cuando la pieza lleva muchas piedras y las piedras son muy pequeñas, para evitar costos, algunos joyeros las incrustan en el molde en cera; en este caso, se agrega 2% de bórico con el fin de protegerlas en el momento de la fundición.

Calentamiento: El cilindro se somete a calentamiento con temperaturas entre 100 y 900 C y tiempos controlados con el fin de eliminar la porosidad y aumentar la dureza del revestimiento y evaporar la cera, resultando un molde del árbol con las condiciones físico mecánicas ideales para el vaciado del metal. Algunas veces, se hace un precalentamiento en baño María para eliminar entre un 60 y 70 % de la cera y posteriormente llevarlo al horno. Con este procedimiento, los cilindros pueden permanecer en el horno hasta 5 horas si se trata de fundición de plata, 6 horas para piezas pequeñas de oro, 8 horas árbol de 40 anillos y hasta 12 horas para anillos de oro con piedras montadas.

Inyección de metal: El metal fundido es introducido en el molde de revestimiento. En esta operación se puede utilizar centrífugas que permiten un vaciado homogéneo de la aleación o se puede realizar también con una inyectora al vacío.

Limpieza: Después de solidificado el metal en el cilindro y luego de unos minutos (15 minutos si se realizó en centrífuga y 6 a 7 minutos si se trabajó con bomba de vacío) al ambiente, se introduce el cilindro en agua. El choque térmico hace que se desprenda el árbol de metal que se limpia en un chorro de agua a presión para eliminar todos los residuos del revestimiento. Los residuos sólidos se desechan como basuras o se someten a recuperación y los líquidos son vertidos al alcantarillado.

El árbol de piezas en oro o plata es lavado o limpiado mediante un baño en solución de ácido muriático al 29 % que dura aproximadamente 20 minutos. Esta solución es reutilizada durante 3 o 4 meses y finalmente se vierte al alcantarillado.

Pulimento: Debido a la complejidad de las piezas en este proceso se emplea el pulimento químico con cianuro descrito en el proceso anterior.

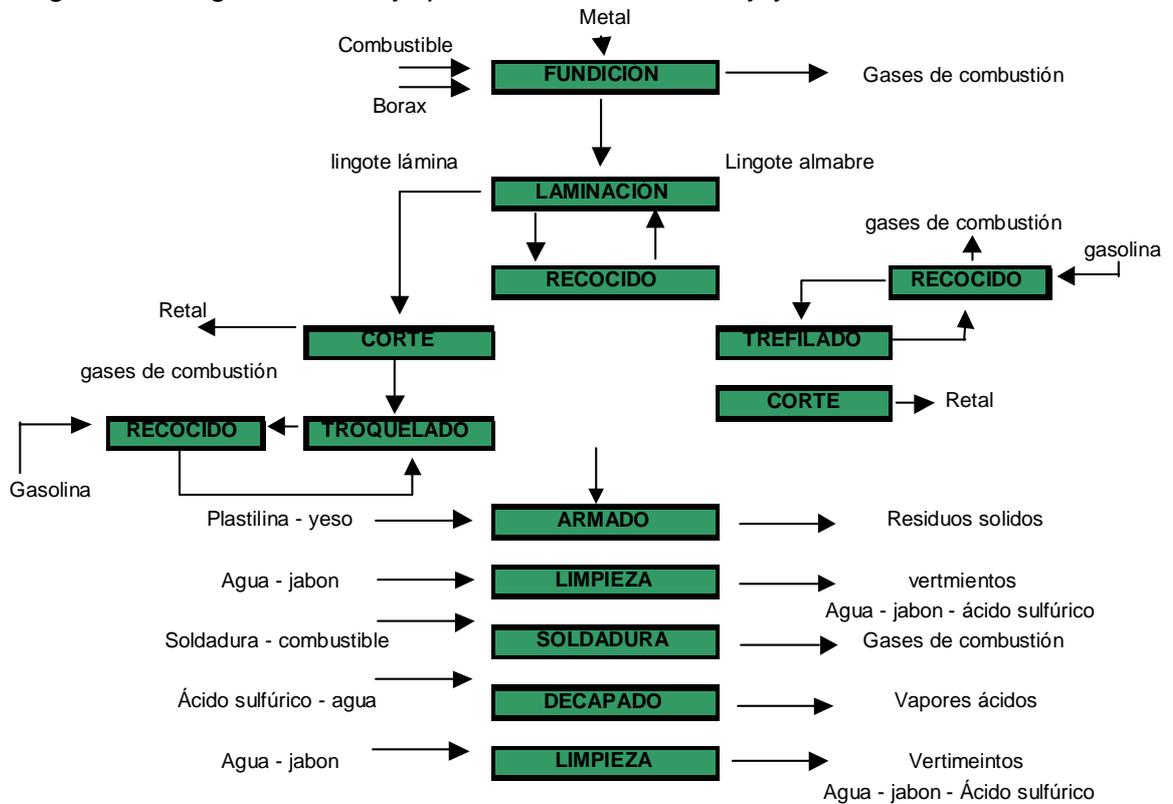
Recubrimiento galvánico: Se realiza para preservar la superficie de la joya, resaltar el color de la misma. Con este fin son utilizadas soluciones de Cianuro, hidróxido de sodio y zinc por medio de electrólisis. Algunos tipos de recubrimiento son:

Rodinado: consiste en aplicar un mezcla de platino con cianuro de rodio, agua y ácido sulfúrico. Cuando se va aplicar sobre una porción de una pieza de oro amarillo se hace un recubrimiento al resto de la pieza con el esmalte de uñas, para protegerla.

Solución dorada: Se le aplica a las piezas de plata. Hecha a base de cloruro de oro, cianuro y oro.

Lavado: El lavado final se realiza en un equipo de ultrasonido para eliminar toda la suciedad con soluciones jabonosas. Algunos joyeros hacen un lavado preliminar con soda cáustica.

Figura 4. Diagrama de Flujo proceso de armado de joyas



Fuente: Nodo de producción Más limpia de Santander. 2000

Existen procesos que confluyen en la elaboración de joyas como la etapa de pulimento ya sea mecánico o químico en las etapas de acabado y limpieza. Este proceso cuenta con materias primas de alto costo que cualquier pérdida sería significativa por lo tanto se implementan etapas de recuperación tanto de los residuos líquidos como sólidos generados en la actividad a fin de recuperar la mayor cantidad del metal precioso presentes en las basuras o escobillas, pulidoras, crisoles o cucharas y soluciones que contienen oro y plata o residuos de lavado.

#### 4.2.2.1 Etapas del proceso de recuperación de residuos sólidos.

- **Sistemas de recolección:** Algunos talleres cuentan con rejillas en el suelo que colectan todos los residuos en sus espacios intermedios y ayudan a desprender las limaduras y virutas adheridas a los zapatos. En los talleres grandes, los residuos son recogidos una o dos veces al año y se reúnen con los materiales procedentes del barrido del suelo. Las limaduras y virutas procedentes de las diversas operaciones realizadas por el joyero, y que se encuentran alrededor de los equipos mecánicos, se deben recoger con una aspiradora de polvo, con un filtro incorporado. Los restos de tela de pulimento, cepillos y papeles de filtro, deben ser almacenados para tratarlos posteriormente. La recuperación de este tipo de materiales sólo es rentable si la calidad de los mismos es relativamente grande.
- **Calcinado:** Toda la escobilla se quema con el fin de volatilizar el material no metálico y componentes orgánicos como papeles, etc. y reducir el volumen y peso del residuo a recuperar. Esta operación suele llevarse a cabo en recipientes amplios para evitar la dispersión de las cenizas.
- **Tamizado:** En un tamiz de malla 40 que permita el paso de todo el polvo fino y retenga los gruesos donde se encuentran los restos de láminas o hilos, restos de seguetas y de material refractario que no haya sido calcinado.
- **Separación magnética:** Por medio de un imán se logran separar los metales férricos del material grueso.
- **Molienda:** El producto remanente se tritura en molinos de bolas o de rodillos para reducir el tamaño de las partículas. El polvo obtenido es

tamizado nuevamente y los gruesos se atacan con una solución de soda cáustica del 5 a l 10% hirviendo, que disuelve el aluminio y el zinc, posteriormente se lava con agua y se ataca con una solución ácido nítrico al 50% para disolver el hierro, el cobre y el latón. Se filtra, se lava, se seca, se pasa el imán y, prácticamente ya se podrá fundir obteniendo un lingote que, posteriormente, se tendrá que tratar según el contenido que indique el análisis.

- **Homogenización:** Los finos obtenidos en los tamizados, deben homogenizarse totalmente junto a fundentes y colectores, con la ayuda de una mezcladora mecánica o manualmente, para tomar la muestra que se ha de analizar.
- **Fusión:** La mezcla homogénea se funde para separar los metales preciosos de la escoria y posteriormente el metal es vertido en lingoteras. El proceso consiste en fundir la escobilla en polvo, añadiendo tres veces esa cantidad de fúndente (bórax, nitrato de potasio y/o carbonato de sodio). El tipo y la cantidad exacta del fúndente la escoge el joyero basado en su experiencia.
- **Tratamiento con ácido nítrico:** Las limaduras se llevan a un recipiente de porcelana o vidrio, se vierte ácido nítrico en proporción 1:1, para disolver restos de hierro, revolviendo constantemente para acelerar la reacción y calentando la cápsula en baño de arena. El ataque finaliza cuando ya no se desprenden vapores rojizos, llegando este momento, se debe mantener caliente de 5 a 10 minutos, se deja enfriar y se funde para trabajar.
- **Recuperación de oro en residuos líquidos:** La recuperación de los metales preciosos, contenidos en soluciones ácidas ó básicas independientemente de su procedencia, pueden efectuarse por métodos

electrolíticos o métodos químicos. Actualmente son más utilizados los métodos químicos porque brindan mayor recuperación con más facilidades de operación y en un tiempo menor.

Las soluciones cianuradas que contienen oro y plata son los residuos de las etapas de pulimento químico con cianuro y lavado en joyería.

La recuperación es realizada haciendo uso de cualquiera de los dos métodos mencionados anteriormente.

Electrolítico: El proceso consiste en verter la solución en un celda convenientemente instalada con cátodos en acero inoxidable a los cuales se le adhieren las partículas en oro y plata contenidas en la solución. La extracción del oro y la plata depositada es muy simple, basta con desprenderlos del cátodo y filtrar la solución. El oro remanente en la solución, en parte puede sustraerse invirtiendo la polaridad de la celda, la cuba que es de acero inoxidable se conecta una chapa de acero inoxidable conectado al polo negativo, que actuará como cátodo. Se conecta a la fuente de alimentación, con una tensión comprendida entre 4 y 6 voltios.

El proceso dura varias horas, el paso de la corriente y la resistencia del baño harán subir la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, disminuye la resistencia del baño y se incrementa la intensidad de corriente, Con este método la recuperación no es total.

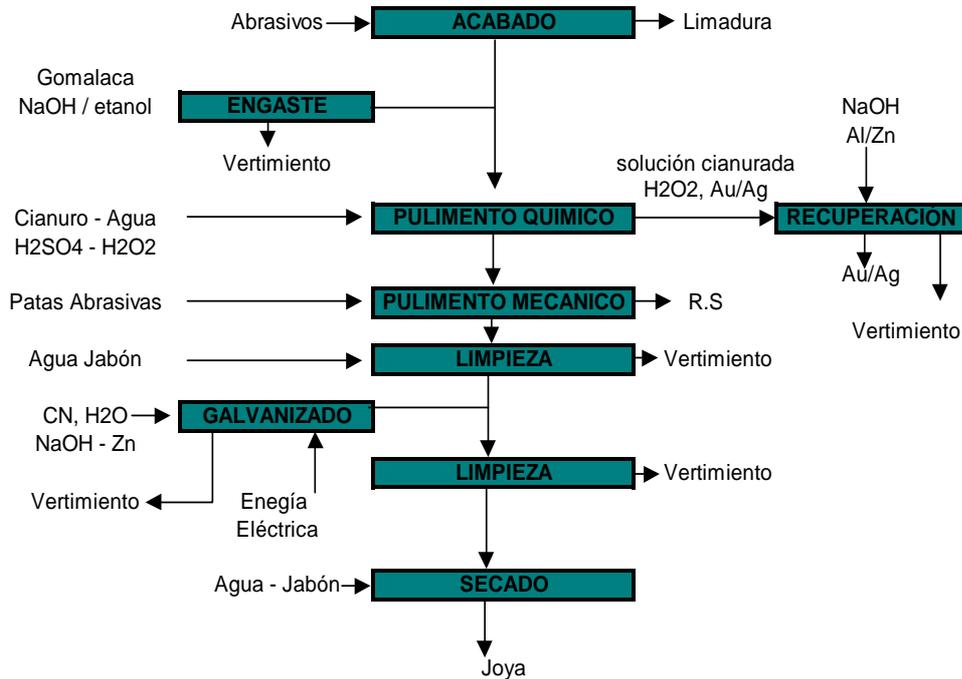
Químico: Es el método más indicado y el más utilizado para la recuperación de metales. Permite la recuperación del oro y de la plata al 100%, y si es necesario, pueden tratarse volúmenes más grandes.

Se precisa de un recipiente resistente a altas temperaturas y que resista soluciones fuertemente alcalinas. Puede ser de acero inoxidable, porcelana u

otro material. Si se trata de cantidades pequeñas, puede emplearse un vaso de precipitados.

El proceso consiste en agregar a la solución de Hidróxido de sodio y laminas de aluminio, con el fin de precipitar el oro o la plata; el NaOH ataca el aluminio y proporciona el pH adecuado para la reacción, el oro que ésta disuelto en la solución resultante del pulimento químico con Cianuro se precipita formando capas muy delgadas que se separan de la solución por decantación para finalmente fundirlas y obtener el lingote. La solución se deja reaccionar durante casi un día. La experiencia ha establecido que a mayor tiempo de contacto se obtienen mejores resultados.

Figura 5. Diagrama de flujo común de los procesos implementados en joyería



Fuente: Nodo de Producción más Limpia de Santander. 2000

### **4.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS**

**4.3.1 Descripción del sector.** De un modo sencillo, se puede definir la fundición como aquella actividad industrial en la que a partir de un metal o aleación en estado líquido, y mediante el llenado de un molde, se obtiene un objeto con la geometría y características deseadas. Este proceso consume mucha energía, esencialmente porque se requiere la obtención de altas temperaturas, las cuales oscilan entre 200 y 1800 C dependiendo del metal. La fundición se lleva a cabo en hornos Cubilotes, en los que se introduce la carga metálica acompañada de carbón por la parte superior. El carbón se quema con el aire que se inyecta por unas toberas situadas en la parte inferior, y proporciona la energía necesaria para la fusión del metal.

Esta industria transformadora se encuentra ubicada en el Area Metropolitana principalmente en sectores como el centro entre la calle 16 y la avenida quebrada seca y entre la carrera séptima a la catorce, el sector Chimitá y la periferia. Se caracteriza por ser pequeña empresa es decir entre 10 a 20 trabajadores. Esta transformación se lleva a cabo en un horno tipo cubilote, en el que el metal y el combustible se colocan en capas sucesivas de las cuales se inyecta aire a determinada presión, generalmente entre 35 a 45 cm<sup>3</sup> de columna de agua, el metal fundido de esta manera se desliza y cae a gota en la parte inferior del horno denominado crisol.

#### **4.3.2 Operaciones unitarias involucradas**

**Preparación de arena:** Esta etapa comprende el lavado, secado, molido y tamizado de las materias, generando polvo, partículas en suspensión y en el aire. Muy pocas empresas (Inclusive grandes) cuentan con equipo adecuado para preparar arenas para el moldeo.

**Preparación de moldes:** Para evitar que el metal se adhiera al recipiente que dará la forma deseada, se colocan las arenas de moldeo previamente al vaciado. Los sistemas empleados en el país son:

Moldeo en barro o arcilla: Para piezas medianas y grandes de formas sencillas y regulares, generalmente concéntricas y bajas series de producción. Tiene el inconveniente de tiempo de moldeo muy alto y mano de obra calificada.

Moldeo a mano: Para este tipo de moldeo se puede utilizar la arena en verde ó sintética. La arena en verde aglomerada por un porcentaje natural de arcilla, se utiliza para confeccionar manualmente moldes de piezas pequeñas y medianas de forma sencilla y pocas exigencias dimensionales; se acostumbra dar secado previo al molde. La arena sintética es la mezcla de arena silíceo pura con materiales de liga de origen mineral como la bentonita. Su mayor permeabilidad resistencia y plasticidad unido a que no exige gran experiencia por parte del moldeador y que permite un mejor control de calidad sobre la pieza, hace que sea el sistema más utilizado por la industria en general. El moldeo a mano es casi la única técnica utilizada en los talleres y pequeñas fundiciones ya que su concepción de producción (piezas varias) y la escala de la misma no justifica la adquisición de maquinas de moldeo; las medianas y grandes lo utilizan para fabricar piezas fuera de sus series, generalmente de gran tamaño (moldeo en el piso) o de formas complejas.

Moldeo mecánico: Cuando una pieza tiene una o varias líneas de producción definida con una escala de producción alta, utiliza el moldeo mecánico, con el cual se simplifica, acelera, mejora y abarata la producción de moldes con respecto a moldeo a mano.

Moldeo al CO<sub>2</sub>: Es el procedimiento más utilizado por la industria nacional para confeccionar machos, los cuales se endurecen sin necesidad de cocerlos. Se emplea arena de sílice para aglomerarla con silicato de sodio; al molde o macho obtenido con esta arena hace pasar una corriente de CO<sub>2</sub>, la cual descompone el silicato en la gel de sílice, produciéndose el endurecimiento. Tiene las ventajas de su sencillez operativa, bajos costos de producción, los machos y moldes son de gran dureza y buena exactitud dimensional, pueden ser alimentados ya que tienen gran dureza y buena exactitud dimensional, pueden ser almacenados ya que tienen gran estabilidad, no es necesario armadura ni cocerlos.

Moldeo en cáscara: Es un proceso cada vez más utilizado para la obtención de moldes y machos. Este sistema debería imponerse entre los fundidores nacionales especialmente para series grandes de piezas pequeñas con exigencias dimensionales. Se utiliza una mezcla de arena d sílice aglomerado con una resina termoendurecible.

Moldeo al aceite: En algunas empresas se emplea este sistema especialmente para fabricar machos. Se hace la mezcla de arena limpia y aceite en una proporción de 2 – 3% y agua. Una vez confeccionado el macho se seca a una temperatura de 180 – 240 C con una buena circulación de aire.

Moldeo en coquilla o moldes metálicos: Este procedimiento es utilizado para producción en serie (más de 1000 piezas). Tiene la ventaja de su gran precisión y acabado superficial que reduce casi en si totalidad el mecanizado; el equipo, espacio y manejo de materiales es mínimo; la mano de obra no es especializada y hay gran higiene en el taller.

Moldeo con resina auto – endurecible: Un proceso interesante para la industria colombiana, cuya tecnología es prácticamente desconocida, es el de resina auto – fraguable. En este proceso como su nombre lo indica, el endurecimiento del molde no se produce por estufado ni por gasificación sino mediante la transformación química de la resina por acción del catalizante.

**Fusión de los metales:** El horno cubilote es un horno en el cual el combustible sólido (coque) esta en contacto directo e intimo con la carga, lo cual hace que tenga un elevado rendimiento térmico, pero a su vez, causa de la contaminación y difícil control químico del hierro colado. Es el horno más difundido en Colombia; su costo de instalación, funcionamiento y mantenimiento es muy bajo, su operación es fácil.

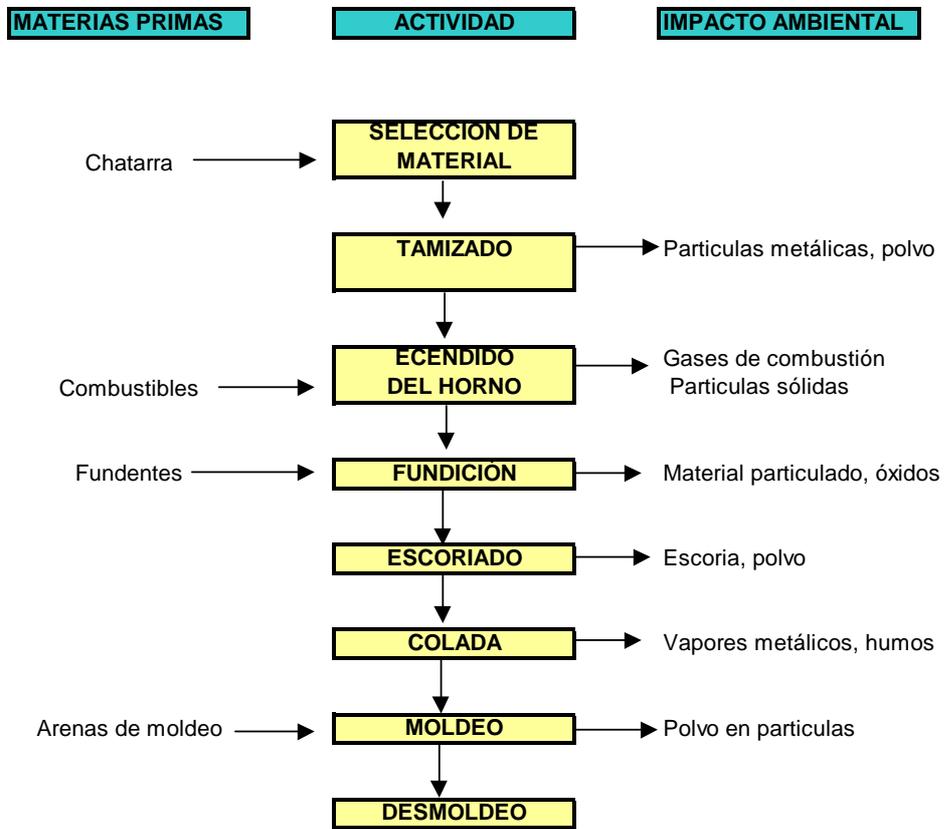
La capacidad promedio de los Cubilotes de talleres o pequeñas fundiciones oscila entre 0.5 a 1.5 Tn/h, los cuales operan una o dos veces por semana con temperaturas alrededor de los 1500 C en la colada del material y en la descarga del gas a la atmósfera estas temperaturas oscilan entre 300 y 800 C. Las grandes, tienen un funcionamiento promedio de 40 horas por semana y su capacidad esta alrededor de 3 Tn/h.

**Colada:** Es la operación de descargue del horno. En los talleres y pequeñas fundiciones la colada se realiza manualmente por dos o tres operarios que transportan la cuchara con el metal fundido y lo vierten el molde. Es una operación severa durante la cual, frecuentemente, se producen accidentes, que por lo tanto se debe tratar de tecnificar y mecanizar. El mal diseño de la planta, el desorden y ubicación de los moldes son factores que, además de afectar esta operación, aumentan la posibilidad de producir piezas defectuosas (por mal llenado del molde al enfriarse el metal) y accidente. Las empresas grandes y medianas tienen generalmente puente grúa u otro sistema de transporte para facilitar esta operación.

**Desmoldeo:** Una vez se solidifique el metal, se procede a sacarlo del molde, obteniéndose la forma requerida. Esta operación se realiza manualmente y solo por excepción algunas empresas tienen maquinas desmoldadoras (vibradoras). El movimiento de los moldes debe realizarse cuando ya la pieza ha adquirido suficiente grado de solidificación.

**Corte, limpieza y maquinado de la pieza:** En los talleres y pequeñas fundiciones el sistema más difundido para separar el canal de colada de la pieza en fundición gris, es el corte por golpe, tiene el inconveniente que cuando el diseño no es el apropiado, esta separación no es fácil y ocurren daños a la pieza. Para las demás aleaciones se utilizan discos abrasivos o cizallas. Después de retirada la pieza del molde, se realiza una limpieza de ésta, en tambores con granalla o con equipos de proyección de arena, y se procede a efectuar el maquinado que se requiera, éste se realiza en un taller metal – mecánico normal equipado de torno, fresa, taladro, esmeriles, etc.

Figura 6. Diagrama de flujo proceso de fundición



Fuente: Chacón S. García N. 2002

## **5. ASPECTOS AMBIENTALES**

A continuación se presentarán los aspectos de mayor relevancia en términos ambientales asociados a estos procesos:

### **5.1 PROCESAMIENTO DE MADERAS**

Si bien el sector de la madera ofrece una variada problemática ambiental en relación con la tala de bosques, la situación aquí planteada se concentra básicamente en los impactos de la manufactura de la madera, sin incluir la temática de bosques, la cual debe ser objeto de estudios más específicos.

Los impactos ambientales más significativos producidos por las empresas de procesamiento de madera, son la alta generación de residuos sólidos como el aserrín, viruta y retal de madera, los cuales por lo general tienen como sitio de disposición final el relleno sanitario.

Por otra parte, la industria del procesamiento de la madera presenta altos índices de accidentalidad, principalmente causados por manipulación y operación de herramientas y maquinaria.

Esta actividad genera un impacto leve sobre el recurso agua, sin embargo, se producen algunos efluentes líquidos en la aplicación de recubrimientos, limpieza de cabinas, manejo y disposición de excedentes de pintura, cambio de lubricantes en máquinas, así como en el lijado y raspado de los muebles. Finalmente, se presentan emisiones atmosféricas que incluyen polvos, vapores orgánicos y ruido que afectan tanto al ambiente de trabajo como a las áreas vecinas, si no se cuenta con adecuados sistemas de control y organización de planta.

El problema de la contaminación por partículas en la industria moderna contrasta fuertemente con la necesidad de crear y mantener zonas de trabajo en un ambiente de higiene y salubridad, no solamente por razones higiénicas, sino incluso como medida de protección de máquinas e instalaciones, las cuales pueden verse desfavorablemente afectadas por el polvo. A pesar de esto, en muchos países incluido Colombia, no se ha valorado suficientemente la importancia de la aspiración y separación del polvo producido en la manipulación, transformación y fabricación de materiales. El estudio y la solución de problemas de aspiración debería empezar con el proyecto de cada nueva planta, puesto que al no considerarse desde estas instancias, la instalación de sistemas de control puede dificultarse enormemente.

La generación de material particulado y virutas genera problemas relacionados con la calidad en el acabado de los productos de madera, afectación a comunidades vecinas, altos tiempos en la recolección y empaque de estos residuos, enfermedades laborales (afecciones respiratorias), alto riesgo de incendios en las plantas y costos elevados en el mantenimiento y reparación de equipos (motores eléctricos, lubricación y desgaste de la maquinaria), entre otros. A continuación se presentan algunos conceptos importantes que se deben tener en cuenta en adelante: El polvo es un término dado en la industria para describir partículas sólidas aerotransportadas de tamaños que varían entre 0,1 y 25 micras. Los polvos superiores a 5 micras generalmente no quedan suspendidos en el aire el tiempo suficiente como para causar un problema de inhalación. Las personas con vista normal pueden detectar partículas de hasta 50 micras de diámetro. Se pueden detectar partículas más pequeñas en el aire solamente cuando se refleja luz fuerte sobre ellas. El polvo de tamaño respirable (por debajo de 10 micras), no puede ser visto sin ayuda del microscopio.

La mayoría de los polvos industriales varían considerablemente de tamaño, donde la cantidad de partículas pequeñas es infinitamente mayor que la cantidad de partículas grandes. Consecuentemente, cuando el polvo del aire que circunda un sitio de trabajo es perceptible, es probable que haya más partículas visibles que invisibles.

Los polvos, debido a su acción biológica, se clasifican en polvos inertes, tóxicos, alérgicos y fibrogénicos. Los polvos inertes se acumulan en el cuerpo pero no producen reacción, sin embargo, si ingresan en los pulmones pueden taponar los intersticios pulmonares obstruyendo el flujo linfático, y por ende la capacidad vital de la persona. Los polvos tóxicos son generalmente compuestos metálicos que pueden tener efectos agudos o crónicos sobre órganos específicos, el sistema nervioso central, la médula ósea o los riñones. Los polvos alérgicos pueden causar asma, variando los efectos de una persona a otra. Los polvos fibrogénicos causan la fibrósis pulmonar, característica de la neumoconiosis.

Otro peligro latente por el manejo de polvos es la posibilidad de explosión, ya que cualquier material sólido combustible en partículas finas, puede dar lugar a una explosión. La llama de la fuente se extenderá en todas direcciones a través de la nube de polvo, consumiendo el contenido de combustible y causando la explosión. El riesgo de una explosión de polvo, se encuentra en muchos materiales de origen natural (almidón, azúcar, carbón y madera), en plásticos, productos químicos orgánicos, en metales ligeros y en el azufre.

El hombre siempre ha considerado la madera como un material enteramente inocuo. Sin embargo, hoy en día se conoce que esto no siempre es así, y que sobre todo el polvo producido por el trabajo de la madera puede resultar peligroso en elevadas concentraciones. Por esta razón, la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, ha propuesto la

adopción de un umbral de valor límite para el polvo de madera no alergénico de 5 mg/m<sup>3</sup>, y las Autoridades Sanitarias de la Antigua Unión Soviética, adoptaron concentraciones máximas permisibles de 2 mg/m<sup>3</sup> para madera que contiene el 10% o más de sílice libre y 4 mg/m<sup>3</sup> para contenidos de sílice menores. Numerosas variedades de madera, particularmente de origen tropical, son conocidas por ser potencialmente tóxicas o biológicamente activas.

El terminado de muebles de madera se realiza dentro del proceso de manufactura correspondiente, y consiste en aplicar recubrimientos protectores y/o decorativos a los productos. Por lo general, los recubrimientos, como tintes y las capas finales, se aplican a los artículos fabricados de madera dentro de cabinas de pintura de rocío por medio de solventes transportadoras. De acuerdo al Clean Air Act<sup>5</sup>, los solventes que se emplean en el terminado son contaminantes peligrosos del aire que contribuyen al nivel básico de ozono (principal componente del smog) y pueden ocasionar problemas de salud y seguridad a quienes trabajan muy cerca con los materiales.

---

<sup>5</sup> FREEMAN, Harry. Manual de Prevención de la Contaminación Industrial. Mc Graw Hill.1998

Tabla 1. Usos de solventes en la industria de muebles de madera

<b>solventes</b>	<b>Millones de libras</b>	<b>Porcentaje total</b>
Hidrocarburos alifáticos	8.6	3
Tolueno	71.5	26
Xilenos	40.4	15
Otros compuestos aromaticos	9.2	3
Alcohol butílico	27.5	10
Alcohol etílico	27.7	10
Alcohol isopropílico	15.4	6
Otros alcoholes	2.0	1
Acetona	3.0	1
Metil etil cetona	15.0	6
Metil isobutil cetona	19.8	7
Etilacetato	7.8	3
Butilacetato	14.3	5
Otras cetonas y ésteres	2.8	1
Éteres de glicol y ésteres de éter	4.7	2
<b>Total</b>	<b>270</b>	<b>100</b>

Fuente: Freeman, H. 1998

## 5.2 ELABORACIÓN DE JOYAS

Es muy difícil estandarizar y cuantificar la problemática ambiental en el sector de la joyería, lo cual puede adjudicarse principalmente a la complejidad y heterogeneidad propias de esta actividad productiva.

En las actividades de refinación y joyería se utilizan una gran variedad de sustancias y compuestos químicos en las operaciones de afinación, procesamiento del mineral y pulimento químico.

Estos compuestos, suelen estar asociados a la generación de residuos, que generalmente se desechan solos o mezclados con líquidos de proceso, por una vez se ha trabajado la aleación.

Entre los principales problemas ambientales asociados a la refinación, procesamiento, manejo y disposición de residuos en la actividad de joyería se destacan:

- Dispersión de material particulado debido al trabajo en las pulidoras mecánicas.
- Vertimientos no controlados de metales como Cu, Al, Na, Zn, compuestos de CN, NO<sub>3</sub> y otros.
- Generación de niveles elevados de ruido.
- Generación de emisiones tóxicas y corrosivas debidas a las sustancias utilizadas como cianuro y el ácido nítrico.
- Efectos sobre la salud de los trabajadores y poblaciones en el área de influencia.
- Efecto visual y paisajístico sobre las poblaciones localizadas en el área de influencia.

En este escenario, se pueden inferir que el problema ambiental crítico de los talleres de refinación y joyería se relacionan con el inadecuado manejo de los reactivos y a su vez, el desperdicio o inutilización de importantes cantidades de químicos que finalmente van a deteriorar el medio.

**5.2.1 Vertimiento resultante de la refinación con ácido nítrico.** Está constituido principalmente por nitratos de cobre y sodio. Se mezcla con las aguas de lavado para ser vertido directamente al alcantarillado sin previo

tratamiento. Los resultados de los análisis de laboratorio realizados a estos vertimientos indican<sup>6</sup>:

Tabla 2. Rangos de concentraciones en vertimientos (mg/l) de las sustancias tóxicas provenientes de las etapas de pulimento y ataque químico.

vertimiento	Cianuro (mg/l)	Cobre (mg/l)	Plata (mg/l)	pH (upH)	Ácido nítrico
Solución de pulimento químico	106-340	24-120	96-210	12	
Solución de ataque químico con ácido nítrico		7000-66000	0.2-6.5	<0.5	1.2-3.0

**5.2.2 Aguas de lavado.** Que en volumen son las más representativas y contienen contaminantes como jabón, yeso de joyería, residuos de ácidos en muy baja concentración ( $H_2SO_4$ ), soda cáustica (NaOH) y/o etanol. En algunos talleres este vertimiento es decantado y sedimentado en un sistema de tanques para evitar pérdidas de piezas y material fina que se pierda en el lavado. Los sedimentos se recuperan cada seis meses por fundición o por métodos químicos.

Tabla 3. Caracterización tipo de las aguas de lavado

CARACTERISTICA	CANTIDAD
pH	8.4
Cianuro total	10 (mg/l)
Oro	2.1 (mg/l)
Plata	0.4 (mg/l)
Cobre	0.8 (mg/l)
Zinc	0.18 (mg/l)
Sodio	96 (mg/l)
Aluminio	No detectable

<sup>6</sup> . NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER .Diagnostico Ambiental del sector Joyería.2000

**5.2.3 Emisiones gaseosas.** Vapores del pulimento químico con cinuro y esta constituido principalmente por CNO-.

Óxidos Nitrosos (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), provenientes de la reacción en el ataque químico con ácido nítrico.

Gases de combustión, provenientes de los sistemas de fundición y calcinación en el tratamiento para recuperación de oro a partir de la escoria.

### **5.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS**

La industria de fundición es una de las tantas que aporta contaminantes a la atmósfera, entre los cuales se encuentran: óxidos de hierro, humos, polvos, vapores metálicos y gases de combustión, todos estos pueden causar efectos adversos sobre la comunidad receptora, generando así un conflicto entre la comunidad afectada y la industria que contamina.

Las emisiones atmosféricas producidas en la fusión del hierro en un horno cubilote dependen de la operación de éste, donde primordialmente influyen el régimen de fusión, los métodos de carga y la limpieza de los materiales. Generalmente se desprenden gases a altas temperaturas, cargados de partículas y polvos que pueden ser clasificados de acuerdo a su tamaño y modo de generación. Las partículas provenientes de la combustión del carbón su tamaño puede ubicarse por debajo de 0.5  $\mu\text{m}$ . Otra forma de emisión en los hornos cubilotes la conforman los productos sólidos procedentes de una oxidación, sublimación o condensación y por lo general tienen un tamaño menor a 1  $\mu\text{m}$ .

Los gases de combustión procedentes de los cubilotes, se citan CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>. NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> se presentan en porcentajes menores al 5%. Por lo general las emisiones contienen pequeños porcentajes de hierro, sodio, oxido de hierro, manganeso, calcio, silicato y otros sólidos metálicos y no metálicos.

Según un proyecto de investigación desarrollado en el AMB por parte de la Universidad Pontificia Bolivariana UPB, se realizaron muestreos isocinéticos en chimenea en diferentes empresas de fundición de hierro gris, constatando el exceso en términos de cumplimiento de la norma (Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud) de emisión de material particulado proveniente de la combustión del carbón, sugiriendo la introducción de un equipo de control de una eficiencia entre el 85%-88% para de esta forma alcanzar el límite máximo permisible; estos fueron los resultados:

Tabla 4. Emisiones de partículas en diferentes empresas de fundición del AMB. Proyecto de Investigación UPB. Escuela de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002

Sector	Método	Norma	Norma Local	Emisión	Cumplimiento
Piedecuesta	Producción otras IND. Dec. 02/82	3,55 Kg/h	3,29 Kg/h	9,52 kg/h	65,45%
Campo Hermoso	Producción otras IND. Dec. 02/82	4,00 Kg/h	3,70 Kg/h	19 Kg/h	80,58%
Centro	Producción otras IND. Dec. 02/82	2,43 Kg/h	2,24 Kg/h	4,75 kg/h	52,83%
Girón	Producción otras IND. Dec. 02/82	3,53 Kg/h	3,35 Kg/h	6,37 Kg/h	47,48%

Las empresas de Fundición de metales ferrosos utilizan principalmente moldes desechables de acuerdo al proceso de fundición con moldeo a base de arena, con recuperación parcial de las arenas gastadas de la fundición.

Como residuos importantes se presentan las cenizas, escorias, polvos metálicos, virutas de metal, chatarra y arenas gastadas de moldeo. De estos residuos los más complicados de manejar son las escorias y los polvos metálicos, porque pueden contener elementos tóxicos, y además su potencial de reutilización es muy bajo; por el contrario, la viruta y la chatarra pueden ser reincorporados como materias primas de proceso.

## 6. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

A fin de establecer claramente la relevancia de cada aspecto ambiental involucrado en los procesos productivos se evaluará mediante la metodología ABC (Institute for Ecological Economy, Berlin) con criterios verbales argumentables, el cual es un método cualitativo que es fácilmente comprensible y que respalda procesos de discusión. Este método analiza el inventario con criterios específicos, clasificados en A, B, o C, donde "A" es un Problema ecológico grande real, y se requiere de acción urgente; "B" es un problema ecológico que requiere acción a mediano plazo; y "C" No hay problema ecológico o es pequeño, no se requiere acción.

Los criterios para evaluar si el impacto es significativo o no, son los siguientes:

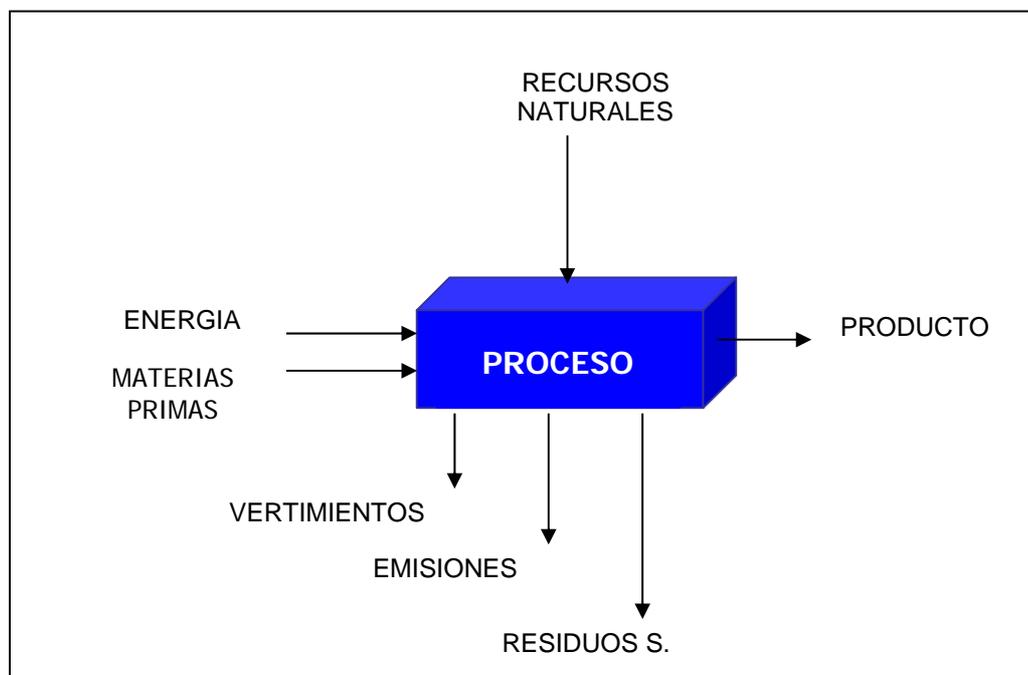
- La escala de Impacto.
- La severidad del impacto.
- La Probabilidad de ocurrencia.
- La duración del impacto.

Tabla 5. Clasificación resumida de aspectos e impactos ambientales según ISO 14004

ENTRADAS		SALIDAS	
ASPECTOS	IMPACTOS	ASPECTOS	IMPACTOS
Materias primas e insumos	Consumo de R.N	Emisiones	Contaminación del aire
Combustible	Consumo de R.N	Ruido	Contaminación del aire
Electricidad	Destrucción de los Bosques	Vertimientos	Contaminación del agua
Agua	Consumo de R.N	Residuos	Contaminación del suelo

La metodología pretende evaluar los impactos de más alta relevancia ambiental en cada etapa del proceso considerando los recursos y materias primas involucradas a la entrada de la operación y las salidas asociadas a éste, como emisiones gaseosas, vertimientos líquidos y generación de residuos sólidos, a fin de argumentar variables que califiquen el impacto hacia los recursos naturales comparándolas con normas nacionales e internacionales e involucrando conceptos de toxicidad.

Figura 7. Proceso típico industrial



De acuerdo a los aspectos ambientales identificados en el capítulo 4, se evaluará dos etapas de cada proceso. las etapas a evaluar son las siguientes:

- Procesamiento de madera { corte, rectificación y modelado  
acabado y secado
- Elaboración de joyas { pulido químico  
ataque con ácido nítrico
- Fundición de hierro gris { encendido del horno y fundición  
moldeo

Como resultado de esta evaluación (Ver Anexo B. formularios de evaluación) se establece que en el procesamiento de maderas principalmente en las etapas de corte, rectificación, modelado y acabado, requiere de obras de control inmediatas fundamentalmente en términos del manejo de las emisiones atmosféricas como material particulado o polvo, vapores de solventes de pintura y generación de residuos sólidos como virutas o retal. Además se observó que la emisión de ruido como consecuencia del funcionamiento de la maquinaria es una afectación de alta relevancia y que a su vez también requiere de obras de control y manejo, ya que de acuerdo a la ubicación con respecto a una fuente receptora puede acrecentarse dicho efecto.

La elaboración de joyas según la valoración es una actividad que requiere de medidas urgentes principalmente en etapas del proceso como el pulimento químico y la refinación mediante ataque con ácido nítrico, dada la alta

toxicidad de las materias primas y los residuos (líquidos, sólidos y gaseosos) que de las reacciones químicas involucradas se generan.

La fundición de hierro gris requiere de acciones inmediatas en etapas de proceso como encendido del horno y fusión del material a causa de la alta descarga de partículas y gases de combustión, además de la generación de residuos sólidos en esta etapa y en el moldeo principalmente de escoria y arenas gastadas.

Es importante hacer claridad que los impactos aquí enunciados son prioritarios en el manejo de estas actividades productivas, sin embargo no limita que el mejoramiento ambiental este sujeto a tan solo estos impactos ya que este proceso puede ser constante y diverso, desde la modificación en las materias primas hasta la eficiencia en el proceso productivo.

En términos generales se puede observar que la relevancia ambiental de las diferentes operaciones evaluadas para las actividades objeto del estudio, presentan impactos significativos sobre los recursos aire, agua y suelo. Esta situación se magnifica si tenemos en cuenta que generalmente estas empresas se ubican en zonas residenciales que no permiten este tipo de impactos dada la sensibilidad del receptor.

## **7. MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL A IMPLEMENTAR**

Pese a que el control debe implementarse en el antes, durante y al final de cada proceso; a continuación se plantearán algunas soluciones para los impactos ambientales asociados e identificados como prioritarios en el capítulo anterior. Estas medidas de control son una opción en el manejo de estos impactos que se pretenden presentar al empresario como alternativas de manejo enfocando así la gestión ambiental a nivel del sector productivo en busca del mejoramiento en el desempeño de la empresa y contribuyendo en la real disminución del impacto, sin embargo sería objeto de evaluación por parte de la Autoridad Ambiental, los planteamientos diferentes a los contemplados en el presente capítulo a fin de la mitigar o reducir eficientemente las afectaciones ambientales ya referenciadas.

A continuación se presentarán algunas medidas de control propuestas para estos sectores:

### **7.1 PROCESAMIENTO DE MADERA**

**7.1.1 Control del Material particulado.** Mediante la implementación de un sistema de extracción localizada se reducirá la cantidad o concentración del contaminante presente en el aire, a fin de prevenir su dispersión y proteger el personal que labora en la empresa y los vecinos del sector de influencia.

*La extracción localizada*, es el método útil para prevenir la acumulación de los gases, vapores o polvos inflamables y/o explosivos. Las técnicas de extracción constituyen una de las alternativas más ampliamente utilizadas y

eficaces para el control de polvos en la industria de la madera. El método consta de los siguientes componentes:

*Campana;* Es una estructura diseñada para encerrar total o parcialmente una operación generadora de un contaminante. Es el punto de entrada del aire contaminado al sistema. La ubicación de la campana debe determinarse mediante un estudio adecuado para que ésta permita captar todo el contaminante sin que afecte al trabajador.

*Conductos;* Transportan el contaminante desde la campana hasta el sitio central. Los ductos deben tener un diámetro adecuado para el volumen de aire que debe transportar.

*Ventiladores;* Son dispositivos que suministran energía al sistema para el movimiento del aire en el interior del mismo. Pueden ser de dos tipos: centrífugos o de flujo axial.

*Separadores de contaminante;* Entre los separadores más usados en el ámbito industrial por su economía están los ciclones o los filtros de mangas. Las tuberías que conectan estos elementos se seleccionan o fabrican con el mayor diámetro posible para disminuir su resistencia al flujo del aire. Para el transporte de material particulado se requiere una velocidad criterio a fin de evitar la deposición y a su vez la obstrucción del ducto.

Algunos criterios específicos que deben contemplarse en el proceso de diseño son los siguientes:

- Plantear una distribución de planta que facilite el montaje del sistema de extracción.

- Encerrar la fuente tanto como sea posible, ya que el caudal de aire a extraer será tanto menor cuanto más encerrado quede el foco de contaminante en el interior de la campana.
- Capturar el contaminante con la velocidad adecuada.
- Suministrar el volumen adecuado de aire. Todo el volumen de aire extraído debe ser reemplazado para no originar una presión negativa.
- Descargar el aire extraído lejos del punto de reposición, ya que todo el efecto de una extracción localizada puede malograrse por una recirculación hacia el interior del aire contaminado expulsado.

**7.1.2 Control de Ruido.** Existen diferentes opciones para el control de la emisión de las ondas sonoras o la disminución en su propagación; entre las más usadas se encuentran:

- Encerramiento total del taller; el cual implica aislar totalmente del local evitando zonas abiertas alrededor, mantener cerradas las puertas, clausurar todas las rendijas entre otras. Esta propuesta implica altos costos en el encerramiento, además de que obliga el diseño de sistemas de ventilación para el ambiente laboral.
- Encerramiento de las maquinas; Es un procedimiento más viable, y requiere de una distribución de la planta tal que permita identificar las maquinas más ruidosas y encerrarlas con materiales que permitan una correcta absorción del sonido. Un buen diseño permitirá la reducción de hasta 5.67 dB<sup>7</sup> con materiales como espumas de poliuretano.

---

<sup>7</sup> NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER. Manual de Producción más limpia; sector procesamiento de madera. 2000

- Reubicar la maquinaria; Este procedimiento es tal vez el más económico y asume una alta disponibilidad de espacio, sin embargo combinado con la propuesta anterior alcanzará grandes eficiencias.

Además se incluyen medidas como el desarrollo de mantenimiento preventivo de máquinas, equipos y herramientas; modificar la organización del proceso productivo; reducir los niveles de vibración, aplicando amortiguación en los soportes.

**7.1.3 Control de las emisiones de Solventes de pintura.** Se propone para el manejo de estas emisiones la *cabina de pintura*; el cual es un encerramiento parcial construido con láminas metálicas, que poseen una abertura para introducir o sacar las piezas. Estos son los criterios de diseño a tener en cuenta:

- El tamaño de la cabina esta gobernado por las dimensiones de las piezas a pintar.
- Debe permitirse el flujo de aire por todos los lados del objeto.
- Debe proporcionar espacio para trabajar.

Los filtros para cabinas de rocío convencionales suelen fabricarse de papel, poliestireno o metal. Los sólidos del exceso de rocío se adhieren al material del filtro, por lo tanto es necesario que éste se reemplace o se limpie con frecuencia. La estructura de la cabina puede fabricarse utilizando perfiles de acero de 1 pulgada, unidos con pernos para facilitar su posterior desmontaje.

Los ductos pueden ser de acero galvanizado calibre 20 para cumplir con los criterios de baja presión.

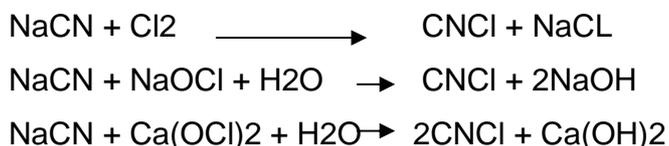
El correctivos debe estar en caminado también en el cambio de materias primas peligrosas, es decir cambiar los disolventes orgánicos por agua y eliminar compuestos en la pintura como el plomo.

## 7.2 ELABORACIÓN DE JOYAS

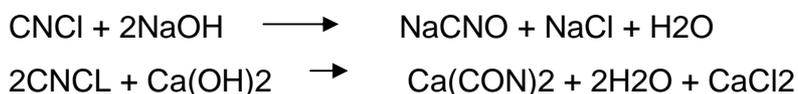
### 7.2.1 Control de vertimientos líquidos con alto contenido de Cianuro<sup>8</sup>.

La Cloración alcalina es un proceso químico que consiste en la oxidación y destrucción de las formas de cianuro disociable en ácido débil en medio alcalino (pH de 10.5 a 11.). El cloro se suministra, o bien en forma líquida, o bien como hipoclorito sódico o calcio, en forma sólida. Las formas sólidas se preparan en disoluciones concentradas antes de emplearlas en el proceso de oxidación.

El primer paso en la destrucción del cianuro utilizando hipoclorito o cloro en forma de gas consiste en la oxidación del cianuro para formar un cloruro de cianógeno intermedio de acuerdo a las siguientes reacciones.



Con el elevado pH de la oxidación, el cloruro de cianógeno intermedio se hidroliza rápidamente a cianato según la siguiente reacción:



El primer paso de oxidación completa lleva unos 15 minutos a un pH de 10.5. El segundo paso de la oxidación comprende la hidrólisis del cianato de

---

<sup>8</sup> NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER .Diagnostico Ambiental del sector Joyería.2000

amoniaco y carbonato, en presencia de cloro o hipoclorito, la reacción es la siguiente:



La hidrólisis necesita un tiempo aproximado de 1.0 a 1.5 horas, pero se suelen emplear periodos de reacción de varias horas. Si se añade cloro o hipoclorito en exceso, el amoniaco reacciona posteriormente mediante un proceso de cloración hasta el punto de aumento rápido del cloro residual, para generar nitrógeno gaseoso como lo indica la siguiente ecuación:



Normalmente el proceso no se lleva hasta la fase de punto de inflexión debido al aumento de demanda de cloro y al excesivo periodo de reacción que se necesita para el elevado pH utilizado en el proceso. La oxidación del cianuro cianato requiere aproximadamente 2.75 partes de cloro por una de cianuro.

Este proceso de cloración alcalina proporciona una posibilidad de tratamiento viable para la eliminación de cianuro libre y disociable en ácido débil.

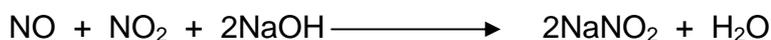
Además a esto es necesario la recuperación de los metales presentes en la solución mediante métodos electrolíticos.

**7.2.2 Control de gases nitrosos.** Se propone la instalación de un filtro que consiste en un tanque de neutralización y un tanque de oxidación. En el tanque de neutralización, los gases nitrosos pasan por una ducha alcalina (agua con hidróxido de sodio) formándose sales: nitritos y nitratos, el

nitrógeno contenido en nitratos alcalinos (Ca, Na, K) es asimilado por plantas y tiene un efecto de abono, el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

Los gases nitrosos, que después de esta ducha todavía quedan, reaccionan en el tanque de oxidación con materia orgánica (carbón de leña y urea), oxidándola y descomponiéndose de esta forma en  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ ; gases inertes y compuestos naturales de la atmósfera. Estos son los criterios de diseño:

- Velocidad del aire de 12 m/s en la salida del ventilador y 10.5 m/s de entrada al filtro.
- El tanque de neutralización debe tener un nivel de 300 litros de agua y 1% de NaOH (pH 14).
- El tanque tiene las siguientes dimensiones: 1.20m de largo, 1.00m de ancho y 1.00 de alto es hecho de ladrillo revestido. En su interior tiene un sistema de laberinto y ducha para la aspersion de la solución alcalina.



- Las duchas estarán alimentadas por bombas de 1 ½ ”.
- La distribución del gas se hace en laberintos de tres cámaras de 40 cm de ancho.
- El tanque de oxidación de dimensiones 1.80\*1.00\*1.00, el carbón debe presentar una granulometría entre 1” y 1 ½ ”.
- Al final del sistema debe existir un ventilador de 4” de ½ HP de bajas revoluciones (1740 r.p.m.)

Existen otras metodologías de absorción en agua y ácido nítrico que también obtendrían grandes eficiencias en la remoción de los óxidos nitrosos. Además de las soluciones propuestas es viable la modificación a los procesos o la implementación de nuevas tecnologías.

## 7.3 FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS

**7.3.1 Control de la emisión de material particulado.** En este caso lo más recomendable es la utilización de lavadores como equipo para el control de las emisiones atmosféricas de la industria de fundición. Entre los lavadores se descartaron el tipo venturí, debido a los altos requerimientos de energía y su compleja elaboración y los lavadores empacados debido a los problemas que se presentan con la sección empacada de los mismos; siendo los lavadores de cortina de agua o de roció simple considerados como los más apropiados para las pequeñas empresas que trabajan con gases a altas temperaturas, además de tener buenas eficiencias (70-80% por peso) de remoción y costos de montaje y operación relativamente bajos.

Los colectores húmedos son considerados equipos de tratamiento primario, estos utilizan un flujo líquido para recoger pequeñas partículas de un flujo gaseoso. Estas partículas se capturan primero por el líquido, o por la estructura del lavador y luego son lavadas por el líquido.

Las propiedades de las gotas son determinadas por la configuración de la boquilla del atomizador, el líquido que va a ser atomizado y la presión en la boquilla que debe ser de 8 – 20 in de H<sub>2</sub>O. Si la torre es vertical la velocidad relativa entre las gotas y el gas determinan la velocidad terminal de las gotas. El principio de funcionamiento es el siguiente: los gases producidos en el horno entran por la parte inferior del equipo chocando contra una barrera, para lograr una correcta distribución de los mismos en el equipo, en la parte superior se produce una neblina por el flujo continuo de agua presurizada. Las partículas chocan contra el líquido y son retenidas por éste. Las ventajas más importantes de este equipo son:

- El tamaño del equipo es relativamente pequeño, esto es importante cuando el espacio disponible para la instalación del equipo no es muy amplio.
- Facilidad para recolectar las partículas retenidas y el manejo del residuo líquido que se produce.
- Resultan relativamente económicos.
- Presentan una eficiencia de remoción de partículas sólidas entre un 70 y 90%, dependiendo del tamaño de estas últimas.

Sin embargo presenta algunos inconvenientes como el reciclar el agua, ya que requiere de un tratamiento durante el proceso y al final ya que se prohíbe la descarga directa de estos desechos. Además la corrosión puede ser un problema por lo que deben implementarse programas de mantenimiento preventivo para garantizar el buen estado de los componentes del sistema.

**7.3.2 Manejo de escorias.** Es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La escoria granulada puede ser empleada por los caminos dentro de la planta o venderse como material de relleno. La escoria granulada puede ser conducida sobre un separador magnético PATRA recuperar el hierro que pueda llevar incluido.
- Las escorias deben almacenarse en un lugar definido, donde no se mezclen con los demás residuos generados en la planta.

Dentro de las aplicaciones más utilizadas para el aprovechamiento de escorias, se pueden mencionar las siguientes:

- En fabricación de hormigones; es apreciada por su ligereza y economía.
- Como elemento filtrante de ciertas aguas residuales.
- Base de carreteras, en especial para climas fríos.
- Cubiertas en algunos tejados domésticos.
- Aditivo para vidrio.
- Como aditivo del cemento Pórtland.
- Corrector de suelos; aparte de corregir el pH se consigue un gran aporte de nutrientes.

**7.3.3 Arenas gastadas.** Las arenas gastadas de fundición se pueden tratar en volúmenes suficientemente grandes y volver a utilizar directamente en la empresa.

- Reuso de arenas gastadas de fundición en la producción de cementos y ladrillos y en mezclas con asfalto.
- Análisis del contenido de contaminantes en los residuos.
- Señalamiento claro de los contenedores para recolectar residuos.
- Instalación de una área de almacenamiento separado para escorias.
- Introducción de un sistema de manejo de residuos incluyendo una capacitación adecuada de todos los trabajadores/obreros involucrados en el manejo de residuos.

Reciclaje de arenas gastadas El requerimiento mínimo con relación al reciclaje de arenas gastadas es la eliminación de polvo y grano fino mediante separación neumática. Los procedimientos que van más allá, son la regeneración mecánica, la térmica, y la combinación de los procesos mecánico y térmico. Los procesos mecánicos eliminan las cubiertas de aglutinante de los granos de cuarzo por medio de fricción o golpes. Las cubiertas de aglutinante y otras impurezas en forma de

polvo se extraen como fracción fina en el tamizado. Estos procesos mecánicos son adecuados para el reciclaje de arenas gastadas aglutinadas mediante bentonita. Las arenas gastadas aglutinadas por medio de resina sintética pueden ser regeneradas mecánicamente, en tanto que las cubiertas de aglutinante hayan quedado lo suficientemente quebradas en el proceso de fundición, y las arenas regeneradas se vuelven a emplear en el mismo sistema de aglutinado. Si las arenas gastadas no han sido sometidas a una tensión o efecto térmico suficientemente alto durante la fundición, no se garantiza que la cubierta de aglutinante quede lo suficientemente quebrada, y la regeneración mecánica resulta incompleta.

Los granos de arena individuales son acelerados por una corriente de aire. La fricción de los granos entre sí o con partes de la instalación, así como el choque contra un obstáculo fijo llevan a que la cubierta de aglutinante se separe del grano por fricción o estallido. Este procedimiento mecánico implica para los granos de arena una gran tensión y por consiguiente, aumenta el porcentaje de quebraduras.

## 8. METODOLOGÍA DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO

La propuesta de intervención y manejo de estos sectores debe considerar necesariamente varias etapas con el fin de lograr que ésta se convierta realmente en una herramienta de gestión en el manejo ambiental a nivel del empresario y que favorezca a su vez la labor de control que desarrolla la autoridad ambiental. En este orden de ideas y acogiendo el presente documento guía como identificación de impactos prioritarios y propuestas tecnológicas de mitigación, se identifican las siguientes etapas:

- Normar o regular el proceso: El desempeño ambiental debe ser un proceso continuo y voluntario al interior de la empresa, sin embargo en la actualidad la gran mayoría de los empresarios no cuenta con esta conciencia generando por parte de la autoridad ambiental una labor de estricto control a fin de que se cumpla el marco legal ambiental. En este sentido es necesario la generación de normas específicas que regulen y establezcan con claridad los parámetros a tener en cuenta por parte de la autoridad y las exigencias hacia el sector productivo, por lo tanto se desarrolló un proyecto de Resolución que contempla los antecedentes del marco legal ambiental nacional y acoge el presente documento como guía ambiental para el mejoramiento en la gestión de los sectores productivos (Ver Anexo A. Resolución propuesta).

El establecimiento o generación de una norma necesariamente debe prever el impacto que esta causaría en el sector industrial y la comunidad en general, por lo tanto debe cumplir con ciertos requisitos básicos a fin de generar un impacto positivo y ocasione un efecto significativo en términos de la disminución de los impactos ya identificados. La norma al contar con los

parámetros adecuados fortalecerá la imagen de la CDMB como ente regulador, y facilitará la labor de control generando confianza por parte del sector a intervenir, dando legitimidad al proceso.

La norma debe ser totalmente comprensible y transparente es decir que establezca claramente los derechos y responsabilidades que asume el regulador y el empresario, en este sentido la resolución propuesta al acoger el presente documento permitirá que este objetivo se consiga siendo claros en el procedimiento y las obligaciones para con el sector. La modificación en el procedimiento no implica la inestabilidad de la norma, siendo este un factor favorable en la metodología ya que este procedimiento permite el replanteamiento de objetivos tocando diferentes partes del proceso manteniendo continuo el fin último en el control o disminución de los impactos.

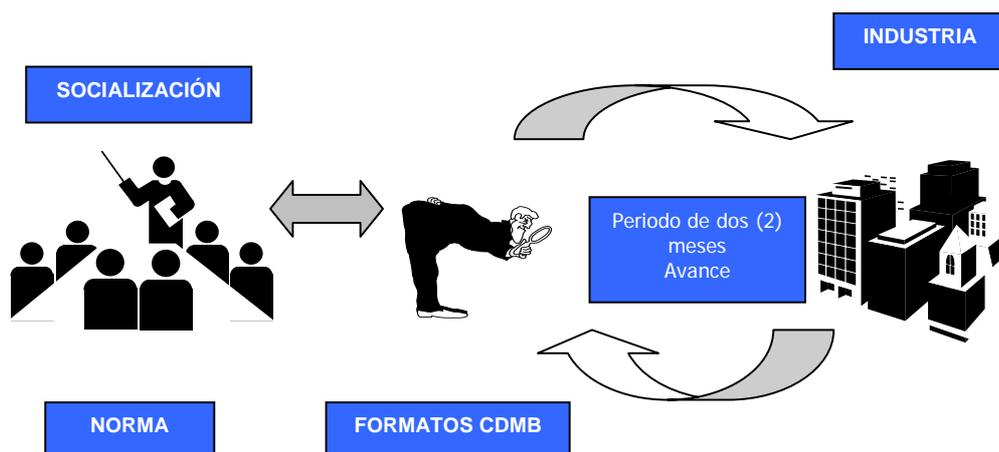
Además de ser un instrumento que elevará la capacidad de control por parte de la Autoridad deberá generar incentivos hacia el empresario que favorezca el proceso, como la divulgación en el mejoramiento del desempeño ambiental o certificaciones que avalen un proceso inicial en la calidad ambiental.

- Diseño de formatos: El empresario debe adoptar al interior de la actividad que él desarrolla, un proceso de documentación de todos los procesos involucrados bajo cierta periodicidad que permita dentro de este proceso identificar las debilidades y fortalezas de su labor, que necesariamente deben redundar en el desempeño ambiental. Un avance metodológico prudencial puede llevarse a cabo inicialmente cada dos (2) meses, sin embargo conforme al avance o mejoramiento se haría prioritario el seguimiento en periodos más espaciados (Ver Anexo C. Formatos de autodeclaración).

Para la elaboración de los formatos de autodeclaración se consideraron inicialmente parámetros de referencia de la empresa, que permita tipificar sus componentes e identificar el proceso allí desarrollado. Cuenta también con una breve descripción de las entradas al proceso como materias primas, recursos naturales utilizados y características de la maquinaria con la que cuenta la empresa.

Es importante tener en cuenta especificaciones del tipo operativo como descripciones del proceso, consumo de materiales y capacidad de producción, a fin de establecer las dimensiones de la empresa objeto de estudio ya que este parámetro identifica con claridad la potencialidad en la generación del impacto. Sin embargo el formato debe permitir que al diligenciar la información solicitada genere en el empresario la necesidad de implementar las medidas de control sugeridas a fin de que a través del seguimiento motive el mejoramiento y se consigne los compromisos en el recuadro de observaciones.

Figura 8. Esquema procedimiento de seguimiento.



- Socialización: Esta etapa comprende la divulgación de la norma, principios y lineamientos generales establecidos en el presente documento. Debe convocarse mediante medios de comunicación masivos a los empresarios involucrados a fin de informar e incentivar la adopción de esta norma y la metodología como herramienta de gestión ambiental.
- Seguimiento: Una vez el empresario adopta esta metodología, enviará a la autoridad ambiental periódicamente los formatos diligenciados, los cuales serán sujetos de evaluación y visitas de verificación a fin de coordinar y programar los compromisos o sugerencias que se implementarán en el marco de la guía ambiental y se establecerá la nueva actividad de control.

Establecimiento de nuevas metas y objetivos: A través del seguimiento y el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente en el documento guía se concertarán nuevos objetivos acordes con la necesidad o la implementación de nuevas operaciones, que favorezcan el proceso y permita continuar en el procedimiento de mejoramiento continuo que la empresa adopto como herramienta de mejoramiento ambiental.

## **CONCLUSIONES**

Los procesos involucrados en el proyecto, se consideran bajo los parámetros establecidos en la metodología ABC (análisis cualitativo con criterios verbales argumentables), que generan impactos ambientales hacia los recursos naturales y en general el medio ambiente de características importantes y qué requieren de correctivos inmediatos.

Se estableció que las principales afectaciones ambientales asociadas al procesamiento de madera además del consumo de este preciado recurso natural, son la emisión de material particulado proveniente del corte, rectificación y modelado, y la alta generación de residuos sólidos como virutas, aserrín y retal de madera.

La gran mayoría de los solventes utilizados para la aplicación de la pintura en el proceso de acabado de la pieza, son considerados con contaminantes peligrosos del ambiente según The Environmental Protección Agency, EPA y que como tal, debe contar con sistema de control que regule esta descarga.

El sector de elaboración de joyas se encuentra bajo condiciones de ubicación bastante irregulares, basados en criterios de prevención y seguridad. Sin embargo, dicha variable lleva asociado que los impactos ambientales generados por el proceso afecten directamente a la comunidad vecina.

Las características artesanales de la elaboración de joyas, además del mal manejo de los reactivos, excesos en el proceso y bajas condiciones de salud ocupacional, llevan consigo impactos ambientales como emisiones de gases

nitrosos y vertimientos líquidos con alto contenido de metales y sustancias de interés sanitario.

El pulimento químico y la refinación con ácido nítrico son quizás las operaciones más contaminantes, en el procesos de elaboración de joyas. Sin embargo, en la actualidad son pocos los talleres que cuentan con sistemas de control eficientes para el manejo de las emisiones y vertimientos líquidos provenientes de las reacciones.

Además de la emisión de material particulado proveniente de la fundición de hierro gris, se identificó que es una fuente de generación de residuos sólidos espaciales, los cuales requieren de un manejo apropiado y buena manipulación al interior de la empresa para su posterior recuperación o comercialización.

La variabilidad y crecimiento del sector productivo en general, exigen de la autoridad ambiental arduas labores de seguimiento y control a fin de evitar o regular que sus procesos induzcan al deterioro de los recursos naturales y afectaciones ambientales de alta relevancia. Es por eso que acorde con esta problemática la autoridad debe contar con herramientas que faciliten esta labor y hagan eficiente el desarrollo de sus funciones.

El sector productivo al interiorizar la variable ambiental dentro sus metas o compromisos disminuirá las afectaciones hacia la comunidad vecina y estaría frente al cumplimiento del marco legal ambiental regional y nacional, generando para su beneficio un ambiente laboral sano, buenas relaciones con la autoridad ambiental y valores agregados en sus productos considerando las nuevas tendencias del mercado.

## **RECOMENDACIONES**

Es necesario tomar inmediatamente correctivos frente a los impactos ambientales identificados como de alta significancia, a fin de evitar el deterioro de los recursos naturales involucrados y la disminución en la calidad de vida de la comunidad vecina.

El brindar a los empresarios documentos guías facilitará el mejoramiento en el desempeño ambiental por parte del sector productivo, así como también la labor de control que desarrolla la autoridad ambiental.

La necesidad de nuevas normas respecto al manejo de los impactos ambientales generados por el sector productivo, es prioritario para la autoridad ambiental ya que le permitirá contar con regulaciones acordes con la situación actual y características de su jurisdicción, facilitando así el desarrollo de sus funciones, además de generar políticas de desarrollo sostenible.

La autogestión a nivel del empresario facilitará la labor de seguimiento hoy en día insuficiente por parte de la autoridad, ya que permitirá por medio de los formatos contar con información sistemática y detallada del avance en el manejo ambiental e inducirá al mejoramiento constante a fin de cumplir con los requisitos establecidos en el documento regulatorio.

Una vez se cumplan las metas a mediano plazo identificadas como prioritarias, es necesario replantearse nuevas expectativas en el manejo ambiental a fin de garantizar que el desarrollo de las actividades productivas no generen o causen como consecuencia a sus procesos impactos que sacrifiquen la calidad de vida y salud de sus empleados y de la comunidad en general.

## **BIBLIOGRAFIA**

CDMB. Proyecto Plan de Acción: Documento institucional, 2004-2006

CHACÓN S. Y GARCIA N. Diseño de un Sistema de Control de Contaminación atmosférica aplicable a la pequeña industria del sector de la fundición de hierro gris en el AMB; Proyecto de grado Universidad Pontificia Bolivariana, 2002

SOCIEDAD AGRICULTORES DE COLOMBIA, FEDEPALMA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía Ambiental para el Subsector de la Agroindustria de la Palma de Aceite, 2002

NEVERS, Noel. Ingeniería de Control de Contaminación del Aire. Mc Graw Hill, 1998.

NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER, Manual de producción más limpia en porcicultura, sacrificio informal de aves, fundición y procesamiento de maderas. Bucaramanga, 2000.

NODO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE SANTANDER. Diagnostico Ambiental del sector de Joyería. Bucaramanga, 2000

FREEMAN, Harry. Manual de Prevención de la Contaminación Industrial: Mc Graw Hill, 1998.

COMISIÓN AMBIENTAL METROPOLITANA. Manual de Minimización, Tratamiento Y Disposición Concepto de Manejo de Residuos Peligrosos e Industriales para el Giro de la Fundición. México, 1996.

REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 99 del 22 de Diciembre de 1993

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 02 del 11 de Enero de 1982

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 948 de 15 de Junio de 1995

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984

## **Anexo A. RESOLUCION PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO**

La implementación de una reglamentación propia a nivel de la jurisdicción de la CDMB, se hace prioritario, debido a las características comerciales especiales del sector y la necesidad de intervenir estos sectores productivos a causa del mal manejo actual ambiental y la labor en la que se encuentra la Corporación de control y seguimiento que debe estar acorde con la problemática. A continuación se presenta un posible esquema de lo que sería la el documento jurídico que reglamentaría el desarrollo de las actividades involucradas en el proyecto:

**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA  
MESETA DE BUCARAMANGA. C.D.M.B.**

**Resolución No ----- del -----**

**Por medio de la cual se adoptan algunas medidas ambientales**

**EL DIRECTOR GENERAL DE LA CORPORACION AUTONOMA  
REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA,  
“CDMB” EN USO DE SUS ATRIBUCIONES LEGALES Y ESTATUTARIAS,  
EN ESPECIAL LAS CONFERIDAS EN LA LEY 99 DE 1993 Y**

**CONSIDERANDO**

Que según lo establecido en el numeral 11º del artículo 31 de la ley 99 de 1993, es competencia de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.

Que en el área de jurisdicción de la CDMB, existen empresas que debido a sus procesos productivos causan efectos significativos sobre la calidad del aire y en general deterioro de los recursos naturales.

Que de un 100% de los expedientes registrados en el grupo de Seguimiento y Monitoreo Ambiental de la CDMB, el 87% son solicitudes de visita o quejas remitidas por la comunidad a causa del mal manejo de los procesos productivos de los establecimientos comerciales e industriales que afectan la calidad de vida.

De acuerdo a estudios realizados por la CDMB, con apoyo del Nodo de Producción Más limpia de Santander y Universidades de la región han establecido con claridad las afectaciones ambientales consideradas de alta relevancia asociadas a los procesos productivos tales como PROCESAMIENTO DE MADERAS, ELABORACIÓN DE JOYAS Y FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS, así como también las tecnologías de control

aplicables para el mejoramiento en el desempeño ambiental y la disminución de los impactos ambientales en referencia.

Que la ubicación de los establecimientos debe estar de acuerdo con lo establecido en los E.O.T y P.O.T (Ley 388/93) de cada una de las localidades que hacen parte de la jurisdicción de la CDMB.

Que el capítulo 5 del decreto 948 de 1995 establece reglamentaciones y prohibiciones en lo que respecta a la generación de ruido en zonas indicadas en el numeral 15 del mismo decreto en mención. Además, los artículos 51 y 52 establecen la obligatoriedad de disponer sistemas y barreras que controlen el ruido generado a niveles permisibles.

Que el artículo 66 del decreto 948 de 1995, refiere “Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales y de los Grandes Centros Urbanos... a) Otorgar los permisos de emisión de contaminantes al aire... d) Realizar la observación y seguimiento constantes, medición, evaluación y control de los fenómenos de contaminación del aire y definir los programas regionales de prevención y control. E) Realizar programas de prevención, control y mitigación de impactos contaminantes del aire, en asocio con los municipios y distritos, y absolver las solicitudes de conceptos técnicos que éstos formulen para el mejor cumplimiento de sus funciones de control y vigilancia de los fenómenos de contaminación del aire.”

Artículo 112 –VISITAS DE VERIFICACIÓN DE EMISIONES- Las fuentes fijas de emisión de contaminación del aire o generación de ruido podrán ser visitadas en cualquier momento por parte de funcionarios de la autoridad ambiental competente o por los auditores a quienes la función técnica de verificación les haya sido confiada, los cuales al momento de la visita se identificarán con sus respectivas credenciales, a fin de tomar muestras de sus emisiones atmosféricas.

PARÁGRAFO PRIMERO. – La renuencia por parte de los usuarios responsables a tales inspecciones dará lugar a la aplicación de las sanciones pertinentes.

PARÁGRAFO SEGUNDO. – La autoridad ambiental competente podrá solicitar a cualquier usuario, cuando lo considere necesario, una muestra del combustible empleado para realizar un análisis de laboratorio.

PARÁGRAFO TERCERO. – Las autoridades ambientales podrán contratar con particulares la verificación de los fenómenos de contaminación cuando no dispusieren el personal o de los instrumentos técnicos para realizar las inspecciones técnicas o los análisis de laboratorios requeridos. Los costos

de las verificaciones y análisis técnicos serán de cargo de los agentes emisores a quienes se hacen la inspección o la verificación.

ARTICULO 121. –DE LAS SANCIONES PARA FUENTES FIJAS.- Ante la emisión de infracciones por fuentes fijas, la autoridad ambiental compondrá las siguientes sanciones y medidas preventivas:

#### A. MULTAS

Multas diarias hasta por la suma equivalente a treinta (30) salarios mínimos diarios legales, por la comisión de infracciones leve y por la primera vez, aunque el hecho constitutivo de la infracción no produzca efectos dañinos comprobables en el medio ambiente, los recursos naturales renovables, o la salud humana.

Multas diarias por una suma equivalente a no menos de treinta (30) ni mas de ciento cincuenta (150) salarios mínimos mensuales legales, por la comisión de infracciones graves que generen un alto e inminente riesgo de deterioro del medio ambiente o que puedan ocasionar efectos lesivos, aunque transitorios en la salud humana.

Multas diarias hasta por una suma equivalente a no menos de ciento cincuenta (150) ni mas de doscientos (200) salarios mínimos mensuales legales por la comisión de infracciones muy graves que causen efectivamente daños comprobables en el medio ambiente o la salud humana, y hasta por una suma equivalente a trescientos (300) salarios mínimos mensuales legales, cuando comprobado los daños muy graves causados por la infracción estos resultan ser irreparables.

#### OTRAS MEDIDAS

Serán procedentes las siguientes, que serán impuestas según la gravedad y modalidad de la infracción, las condiciones que hayan rodeado su comisión, los medios necesarios para evitar o corregir sus efectos dañinos y las circunstancias agravantes y atenuantes.

El consiguiente cierre temporal del establecimiento o la suspensión de las otras actividades. La suspensión y cierre temporal procederá cuando sean susceptibles de ser corregidas las causas que han ocasionado la infracción de las normas ambientales y podrá prolongarse por el tiempo que demande la corrección de las mismas.

Cierre definitivo del establecimiento o edificación o clausura definitiva de la actividad obra o prestación del servicio respectivo y consiguiente revocatoria de la licencia ambiental y de los permisos existentes. El cierre definitivo

procederá cuando el funcionamiento del establecimiento o el desarrollo de la actividad afectada, no pueda efectuarse sin continuar causando daño grave, o muy grave a los recursos naturales renovables, el medio ambiente o la salud humana.

Decomiso, temporal o definitivo o destrucción de las materias primas, sustancias, productos e implementos utilizados por la comisión de la infracción. El decomiso temporal procederá cuando sea necesario como medio de prueba de la comisión de la infracción o para impedir que se continúe cometiendo un daño ambiental grave ó muy grave aunque la posesión de los bienes decomisados no sea ilegal, el decomiso temporal no podrá ser superior a treinta (30) días. El decomiso definitivo procederá cuando la posesión del bien decomisado sea ilegal, o cuando haya sido utilizado para la comisión de un delito. La destrucción de bienes decomisados procederá únicamente cuando hubiera sido decomisado definitivamente, y se ordenara cuando no exista otra manera de impedir que, mediante uso, se cause un daño grave o muy grave al medio ambiente, los recursos naturales renovables o la salud humana.

Artículo 123. De las faltas graves. Se considera falta grave:

La falta de los permisos necesarios para el ejercicio de la actividad y puesta en marcha de las instalaciones correspondientes.

Cualquier infracción de las prescripciones dictadas como consecuencia de haber sido declarados los niveles de prevención, alerta o emergencia.

Obstaculizar o entorpecer la labor de vigilancia, inspección y control de las autoridades ambientales.

La puesta en funcionamiento de las instalaciones o establecimientos que hayan sido cerradas temporal o definitivamente o cuya licencia de funcionamiento haya sido revocada o suspendida.

Artículo 124. Circunstancias agravantes y atenuantes. En los demás casos para apreciar la procedencia de una sanción, así como para establecer la sanción de las mismas, la autoridad competente, tendrá en cuenta la gravedad de la infracción, conforme al balance y estimación de las siguientes circunstancias agravantes y atenuantes:

1. son circunstancias agravantes:

Reincidir en la comisión de la misma falta.

Realizar el hecho con pleno conocimiento de sus defectos dañinos o con la complicidad de subalternos o con su participación bajo indebida presión.

Cometer la falta para ocultar otra.

Rehuir la responsabilidad o atribuírsela otro u otros o realizar actos tendientes a ocultarla

Infringir varias obligaciones con la misma conducta

Preparar dolosamente la infracción y sus modalidades

La gravedad del riesgo o del daño generado, respecto del medio ambiente, los recursos naturales o a salud de las personas.

2. Son circunstancias atenuantes:

La buena conducta anterior.

La ignorancia invencible, que no podrá ser considerada como atenuante sino respeto de menores de edad, incapaces o analfabetas.

Informar antes de que se produzcan los peligros o daños al medio ambiente, los recursos naturales y la salud de las personas.

Realizar las acciones pertinentes por iniciativa propia para resarcir el daño, restaurar el equilibrio ecológico o compensar el perjuicio causado, antes de la imposición de la sanción.

Artículo 125. De la suspensión y cierre temporal. Cuando se ordene suspensión o cierre temporal de un establecimiento, se indicara los medios y mecanismos en virtud de los cuales la persona sancionada puede eventualmente solicitar que se ponga fin a la suspensión o cierre temporal dispuesto mediante resolución. En cualquier caso, la imposición de la sanción, para lo cual la autoridad ambiental podrá adoptar las medidas apropiadas o solicitar el auxilio de la fuerza pública.

Artículo 126. Del decomiso. En caso de sustancias, productos o implementos utilizados de la comisión de una infracción, de la diligencia de aprehensión y depósito de levantara un acta que será suscrita por el funcionario que interviene y a las personas que se les practica el decomiso, copia de la cual se entregara a estas últimas. Si no fueren destruidos o rematados, a los bienes decomisados definitivamente se les dará la destinación que proceda, conforme a los criterios que señale el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

Artículo 128. Del Pago de Multas. Las multas deben ser pagadas dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la ejecutoria de la providencia que las imponga. En resolución correspondiente se indicara los términos y condiciones y bajo los cuales cesan para el infractor la obligación de pagar la multa diaria impuesta.

Artículo 129. Autoridades competentes para sancionar. Son autoridades competentes para imponer las sanciones y medidas de policía a que se refiere el presente capítulo, el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, las Corporaciones Autónomas Regionales, los Grandes Centros Urbanos, los departamentos y municipios y distritos con régimen constitucional especial,

en el área de jurisdicción, en relación con las funciones de que sean titulares en materia ambiental en forma directa o en ejercicio de su facultad de imponer sanciones a prevención de otras autoridades, de que trata el artículo 83 de la ley 99 de 1993.

Para todos los efectos se entenderá que la expresión Corporaciones Autónomas Regionales incluye a las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible y a los Grandes centros Urbanos que trata la ley 99 de 1993.

Artículo 130. Sanciones a municipios, distritos y entidades públicas. Será competencia del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE la imposición de sanciones a departamentos, municipios, distritos y demás entidades territoriales de cualquier orden, que incurran en violaciones a las disposiciones del presente decreto.

Las entidades públicas sancionadas podrá exigir judicialmente la reparación de los daños causados por los funcionarios que, por culpa grave o dolo, resultaren responsables de las infracciones que hubiere dado lugar a la imposición de sanciones.

Artículo 132. Responsabilidad de los Funcionarios. Se impondrán las sanciones previstas en el régimen disciplinario respectivo, sin perjuicio de las acciones civiles, penales y administrativas correspondientes, a los funcionarios que incurran en el incumplimiento de los términos y actuaciones previstas en el presente decreto.

Artículo 131. De la publicidad de las sanciones. Con el fin de alertar e informar a la comunidad sobre las acciones tomadas para proteger el derecho colectivo a un ambiente sano, la autoridad ambiental ordenara que a costa del infractor se publiquen, por medios de comunicación escritos y electrónicos de amplia circulación o audiencia, las decisiones en virtud de las cuales se impongan sanciones a fuentes fijas por violación a las normas de protección de la calidad del aire y las causas que los originaron.

El Decreto 1594 de 1984, en su artículo 73, considera que todo vertimiento a un alcantarillado público deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

**Referencia Valor**

pH 5 a 9 unidades

Temperatura < 40°C

Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación; sustancias explosivas o inflamables. Ausentes

Sólidos sedimentables < 10 ml/l

Sustancias solubles en hexano < 100 mg/l

Artículo 74: Las concentraciones para el control de la carga de las siguientes sustancias de interés sanitario, son:

Sustancia Expresada como Concentración (mg/l)

Arsénico As 0.5

Bario Ba 5.0

Cadmio Cd 0.1

Cobre Cu 3.0

Cromo Cr+6 0.5

Compuestos fenólicos Fenol 0.2

Mercurio Hg 0.02

Níquel Ni 2.0

Plata Ag 0.5

Plomo Pb 0.5

Selenio Se 0.5

Cianuro CN 1.0

Entre otras

Artículo 163: Las instalaciones de los usuarios podrán ser visitadas en cualquier momento por parte de funcionarios del Ministerio de Salud, las EMAR o las entidades delegadas, previamente identificados para tal propósito, a fin de tomar muestras de sus vertimientos e inspeccionar las obras o sistemas de captación y de control de vertimientos.

El Decreto 2811 de 1974, en su artículo 8, considera como factores que deterioran el ambiente entre otros:

La contaminación de aire, aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables.

La degradación, erosión y el revenimiento de suelos y tierras.

Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas.

La sedimentación en los recursos y depósitos de aguas.

Los cambios nocivos del lecho de las aguas.

La extinción o disminución cuantitativa o cualitativa de especies animales o vegetales o de recursos genéticos.

La alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales.

El artículo 9, refiere “El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse con los siguientes principios (...) c) La utilización de los elementos ambientales o de los recursos naturales renovables debe hacerse sin que lesione el interés general de la comunidad o el derecho de terceros. d) Los diversos usos que pueda tener un recurso natural estarán sujetos a las prioridades que se determinen y deben ser realizados coordinadamente para que se puedan cumplir los principios enunciados en los ordinales precedentes. e) Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles, que al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o deterioro grave de estos recursos o se perturbe el derecho de ulterior utilización en cuanto ésta convenga a interés público”

Adicionalmente el artículo 85, dispone que las Corporaciones Autónomas Regionales, impondrán al infractor de las normas sobre protección ambiental o sobre manejo de aprovechamiento de recursos naturales renovables mediante resolución motivada y según la gravedad de la infracción, sanciones y medidas preventivas.

#### 1. Sanciones:

- a. Multas diarias hasta por una suma equivalente a 300 salarios mensuales, liquidados al momento de dictarse la respectiva resolución
- b. Suspensión del registro o de la licencia, la concesión, permiso o autorización.
- c. Cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio respectivo y revocatoria o caducidad del permiso o concesión
- d. Demolición de obra, a costa del infractor, cuando habiéndose adelantado sin permiso o licencia y no habiendo sido suspendida, cause daño evidente al medio ambiente o a los recursos naturales renovables (...)

#### 2. Medidas preventivas:

- a. Amonestación verbal o escrita

- b. (...)
- c. Suspensión de obra o actividad cuando de su prosecución pueda derivarse daño o peligro para los recursos naturales renovables o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin el respectivo permiso, concesión, licencia o autorización.
- d. Realización dentro de un termino perentorio, los estudios y evaluaciones requeridas para establecer la naturaleza y características de los daños, efectos e impactos causados por la infracción, así como las medidas necesarias para mitigarlas o compensarlas.

PARÁGRAFO 2. Las sanciones establecidas por el presente artículo se aplicarán sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles y penales a que haya lugar.

PARÁGRAFO 3. Para la imposición de las medidas y sanciones a que se refiere este artículo se estará al procedimiento previsto por el decreto 1594 de 1984 o el artículo que lo modifique o sustituya.

El artículo 29 del Decreto 1728 de 2002 determina que las autoridades comisionadas por la autoridad ambiental competente o requeridas en su auxilio para la práctica de las medidas y ordenes que impartan, deberán proceder en forma inmediata a ponerlas en ejecución a prestarles su apoyo. Ningún recurso o petición de los interesados o de terceros que se formulen ante el funcionario comisionado o auxiliar tendrán efecto suspensivo y tan solo se agregarán a la actuación o se harán constar en las diligencias para ser resueltos posteriormente para la autoridad ambiental. El comisionado que omita o retarde la ejecución de las medidas y ordenes de que trata este artículo o por su culpa impida su inmediato cumplimiento será sancionado por el respectivo superior jerárquico sin perjuicio de la sanción penal a que hubiera lugar.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Del análisis de los hechos, esta entidad concluye

Teniendo en cuenta que los establecimientos dedicados a la transformación de maderas, Elaboración de joyas y fundición de hierro gris, generan impactos ambientales a los recursos naturales y generan malestar y deterioro de la calidad de vida de sus vecinos, se ordenará que de forma inmediata los propietarios y/o arrendatarios u operadores de los establecimientos del sector maderero ubicados en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga se

ajusten a las medidas establecidas en el presente decreto, so pena de las sanciones y multas establecidas en el mismo.

De acuerdo a lo anterior los Señores Alcaldes Municipales, por intermedio de las Inspecciones Municipales de Policía deberán adelantar visitas y requerir a todos los establecimientos del sectores involucrados, ubicados en los sitios diferentes al establecido en los Planes de Ordenamiento territorial (POT), Su cierre definitivo por no estar desde todo punto de vista legalmente constituido.

Todo proyecto que este relacionado con este tipo de procesos, deberá ajustarse a los términos establecidos por la ley y lo reglamentado en la presente resolución.

Que en mérito de lo anteriormente expuesto el Director General de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB  
RESUELVE

ARTICULO PRIMERO: Ordenar en forma inmediata a los propietarios y/o arrendatarios u operadores de establecimientos dedicados a la transformación de maderas, elaboración de joyas y fundición de hierro gris ubicados en el área de Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga. CDMB, adoptar los lineamientos ambientales anexo a la presente Resolución con el propósito de facilitar las funciones de control y vigilancia de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga. CDMB

ARTICULO SEGUNDO: Comisionar los funcionarios de la subdirección de Normatividad y calidad ambiental de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga. CDMB para que ejerzan sus funciones de control y vigilancia sobre los establecimientos del sector madera.

ARTICULO TERCERO: La CDMB Podrá supervisar y verificar en cualquier momento el cumplimiento de lo dispuesto en esta providencia. En el evento de no dar cumplimiento a la misma, se iniciará el proceso administrativo, pertinente el cual incluye sanciones de multa hasta de 500 salarios mínimos legales mensuales vigentes, sin perjuicio de las sanciones penales y civiles a que haya lugar.

ARTICULO CUARTO: Contra la presente providencia procede recursos de reposición ante el Director General por escrito dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la notificación personal o a la desfijación del edicto si a

ello hubiere lugar, y con plena observancia de los requisitos que establecen los artículos 51 y 52 del Código Contencioso Administrativo.

NOTIFIQUESE, COMUNÍQUESE Y CUMPLASE

Dada en Bucaramanga a \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_ de 2004

**FREDY ANTONIO ANAYA MARTINEZ**  
Director general

## Anexo B. Formatos de Evaluación Ambiental

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>		Procesamiento de Madera	
<b>Proceso</b>		Corte Rectificación y Modelado	
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	Madera	C	De baja toxicidad, sin embargo es un recurso natural importante
Combustible	*	*	No aplica
Electricidad	Equipos	B	Alto consumo, equipos deteriorados
Agua	*	*	No aplica
<b>Salidas</b>			
Emisiones	M.P - Polvo	A	Alta emisión de material particulado, deficiencia en los equipos
Ruido	dB	B	Los decibeles reportados sobrepasan la norma Dec. 8321 de 1983
Vertimientos	*	*	No aplica
Residuos	Virutas - retal	A	Alta generación de residuos

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de emisiones de material particulado y ruido principalmente

**A, Gran Impacto; B, Impacto medio; C, Impacto bajo**

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>	Procesamiento de Madera		
<b>Proceso</b>	Acabado y secado		
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	Solventes	A	Alta toxicidad, vapores organicos
Combustible	*	*	No aplica
Electricidad	Equipos	C	bajo Consumo
Agua	Lavado	C	bajo Consumo
<b>Salidas</b>			
Emisiones	Vapores organicos	A	Alta emisión de solventes de pinturas, exceso de rocío
Ruido	dB	C	Bajos decibeles, normalmente por debajo de la norma
Vertimientos	Alcantarillado	B	Vertimientos excedentes de pinturas limpieza de cabinas
Residuos	*	*	No aplica

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de emisiones de solventes de pintura

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>	Elaboración de joyas		
<b>Proceso</b>	Pulido Quimico		
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	CN, H2O2	A	Alta toxicidad
Combustible	Gas natural	C	bajo consumo, buen combustible
Electricidad	*	*	No aplica
Agua	Solución	A	Detrioro del recurso
<b>Salidas</b>			
Emisiones	CON-	A	Alta toxicidad de los compuestos cinuados
Ruido	dB	C	Bajos decibeles, normalmente por debajo de la norma
Vertimientos	Alcantarillado	A	Alta variación del pH, y concentraciones de metales
Residuos	*	*	No aplica

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de emisiones y de vertimientos liquidos al alcantarillado

**A, Gran Impacto; B, Impacto medio; C, Impacto bajo**

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>	Elaboración de joyas		
<b>Proceso</b>	Ataque con ácido Nitríco		
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	HNO <sub>3</sub>	A	Alta toxicidad y reactividad
Combustible	Gas natural	C	bajo consumo, buen combustible
Electricidad	*	*	No aplica
Agua	Solución	A	Detriero del recurso
<b>Salidas</b>			
Emisiones	Oxidos Nitrosos	A	Alta toxicidad de los compuestos cinuardos
Ruido	dB	C	Bajos decibeles, normalmente por debajo de la norma
Vertimeintos	Alcantarillado	A	Alta variación del pH, y concentraciones de metales
Residuos	*	*	No aplica

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de emisiones y de vertimientos liquidos al alcantarillado

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>	Fundición de hierro Gris		
<b>Proceso</b>	Encendido del horno y fundición		
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	Chatarra	C	Reciclable, con contenidos de grasas y aceites
Combustible	carbón	A	Alta emsión de particulas y contenido de azufre
Electricidad	*	*	No aplica
Agua	control de emsión	B	Retención de particulas en medio acuoso de características corrosivas
<b>Salidas</b>			
Emisiones	MP, gases de combus.	A	Elevada descarga de particulas superior a la norma Dec. 02/82
Ruido	dB	C	Bajos decibeles, normalmente por debajo de la norma
Vertimeintos	control de emsión	B	Alto contenido de solidos y metales
Residuos	escorias	B	Escorias con potencial de uso

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de emisiones e material particulado, gases de combustión; además de generación de residuos Solidos y vertimientos liquidos

**A, Gran Impacto; B, Impacto medio; C, Impacto bajo**

<b>Evaluación Relevancia Ambiental</b>			
<b>Sector</b>	Fundición de hierro Gris		
<b>Proceso</b>	Moldeo		
<b>Recurso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Argumentación</b>
<b>Entradas</b>			
Materias Primas	Arenas	C	Extracción de arenas
Combustible	*	*	No aplica
Electricidad	*	*	No aplica
Agua	*	*	No aplica
<b>Salidas</b>			
Emisiones	Polvo	C	Particulas provenientes del moldeo
Ruido	dB	C	Bajos decibeles, normalmente por debajo de la norma
Vertimientos	*	*	No aplica
Residuos	Arenas	A	Residuos toxicos

Dictamen General: Grandes impactos ambientales en terminos de generación de residuos peligrosos

**Anexo C. Formatos de Autodeclaración**



**FORMULARIO DE AUTODECLARACIÓN SECTOR PROCESAMIENTO DE MADERA**

**1. Empresa**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Nombre o razón social:** \_\_\_\_\_

**Representante legal:** \_\_\_\_\_

**Dirección:** \_\_\_\_\_

**Numero de empleados:** \_\_\_\_\_

**Ubicación acorde con el POT o EOT  
(anexar documento)** \_\_\_\_\_

**2. Proceso**

**Destinación principal:** \_\_\_\_\_

**Inventario de maquinaria:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Descripción de procesos:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Materias primas:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Consumo de madera (m3/mes):** \_\_\_\_\_

**3, Organización**

Independización de los procesos  sí  no

Manejo de emisiones atmosféricas  sí  no Cual? \_\_\_\_\_

Manejo de residuos sólidos  sí  no Cual? \_\_\_\_\_

Mediciones de ruido (fecha del monitoreo)  sí  no Fecha \_\_\_\_\_  
 Resultado dB \_\_\_\_\_  
 Equipos Monitoreados \_\_\_\_\_  
 Lugar de medición \_\_\_\_\_

**4. Manejo ambiental**

Sistema de extracción localizada  sí  no En cuales equipos? \_\_\_\_\_

Sistema de control de Material Particulado  sí  no Que tipo? \_\_\_\_\_

Mantenimiento del sistema de control  sí  no Que tan frecuente? \_\_\_\_\_

Descarga del material particulado Descripción: \_\_\_\_\_  
 Altura: \_\_\_\_\_

Cabina para la pintura  sí  no Dimensiones: \_\_\_\_\_

Sistema de control solventes de pintura  sí  no

Mantenimiento del sistema de control  sí  no Que tan frecuente? \_\_\_\_\_

Descarga de los solventes Descripción: \_\_\_\_\_  
 Altura: \_\_\_\_\_

Aislamiento acústico  sí  no Que material? \_\_\_\_\_  
 Que secciones cuentan con el? \_\_\_\_\_

**5. Seguimiento**

Fecha pasado control: \_\_\_\_\_ Radicado CDMB: \_\_\_\_\_  
 Próxima evaluación: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**FIRMA REPRESENTANTE LEGAL**



**FORMULARIO DE AUTODECLARACIÓN SECTOR ELABORACIÓN DE JOYAS**

**1. Empresa**

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre o razón social: \_\_\_\_\_

Representante legal: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Numero de empleados: \_\_\_\_\_

Ubicación acorde con el POT o EOT  
(anexar documento) \_\_\_\_\_

**2. Proceso**

Destinación principal: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Materias primas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Refinación por ataque químico  Si  No Que metodo? \_\_\_\_\_

Etapas desarrolladas en el  
proceso de Armado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Equipos de Fundición  
descripción proceso \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Decapado (materias primas)  
descripción proceso \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pulimento  
descripción proceso (materias primas) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Proceso de Microfusión**  
 descripción proceso \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Calentamiento en horno:  sí  no      Combustible: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Sistema de control de temperatura \_\_\_\_\_

Retiro de la Cera: \_\_\_\_\_

Proceso de limpieza y retiro de  
 del yeso (materias primas) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Recuperación de solidos  
 descripción proceso \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**3. Manejo ambiental**

Proceso de Fundición  
 Sistema de captación  sí  no

Descarga de gases de combustión      Descripción: \_\_\_\_\_  
 Altura: \_\_\_\_\_

Manejo de reactivos  
 sistema de almacenamiento \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Manejo de emisiones de gases  
 nitrosos (ataque químico) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Sistema de tratamiento  
 residuos líquidos provenientes  
 ataque químico y pulimento \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Proceso de eliminación de cianuro  
 en el vertimiento líquido \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**4. Seguimiento**

Fecha pasado control: \_\_\_\_\_ Radicado CDMB:  
 Proxima evaluación: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**FIRMA REPRESENTANTE LEGAL**



**FORMULARIO DE AUTODECLARACIÓN SECTOR FUNDICIÓN DE HIERRO GRIS**

**1. Empresa**

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre o razón social: \_\_\_\_\_

Representante legal: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Numero de empleados: \_\_\_\_\_

Ubicación acorde con el POT o EOT  
(anexar documento) \_\_\_\_\_

**2. Proceso**

Principal destinación \_\_\_\_\_

Preparación de moldes  
Descripción proceso \_\_\_\_\_

Tipo de horno \_\_\_\_\_

Altura de descarga gases de combustión (m) \_\_\_\_\_

Capacidad instalada de producción (tn/d) \_\_\_\_\_

Diametro efectivo del horno (m) \_\_\_\_\_

Muestreos en chimenea  si  no Fecha último muestreo? \_\_\_\_\_

Rata de emsi3n (Kg/h) \_\_\_\_\_

Cantidad de escoria producida (kg/mes) \_\_\_\_\_

Descripción proceso COLADA

---

---

---

---

Descripción proceso Corte, limpieza y maquinado de la pieza

---

---

---

---

3. Manejo Ambiental

Requiere del permiso de emisiones atmosféricas  
Resolución 619 de 1997

si	no
----	----

Cuenta actualmente con dicho permiso

si	no
----	----

Vigencia (fecha)

---

La altura de la chimenea se encuentra  
Bajo los lineamientos del Dec 02/82

si	no
----	----

Cuenta con un sistema de control de  
material particulado o gases de  
combustión

De que tipo?

si	no
----	----

---

Mantenimiento sistema de control

si	no
----	----

Que tan frecuente?

---

De que tipo?

---

Manejo actual de la escoria

---

---

---

---

---

Manejo actual de la arena gastada

---

---

---

---

---

4. Seguimiento

Fecha pasado control:

---

Radicado CDMB:

Proxima evaluación:

---

Observaciones:

---

---

---

---

---

FIRMA REPRESENTANTE LEGAL