

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA FABRICACIÓN DE LA CHAPETA
1922774 RIN ARTILLERÍA (SSC19)
SIDERÚRGICA COLOMBIANA SICOLSA S.A**

**NATALIA XIMENA CASTAÑO ISAZA
ENEDY MIYETH MARIN CHICA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL CON ÉNFASIS
EMPRESARIAL
PEREIRA
2012**

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA FABRICACIÓN LA CHAPETA 1922774 RIN
ARTILLERÍA (SSC19)**

SIDERÚRGICA COLOMBIANA SICOLSA S.A

NATALIA XIMENA CASTAÑO ISAZA

ENEDY MIYETH MARIN CHICA

Trabajo de Grado

Asesor

Dr – Ing. Jhoniers Guerrero Erazo

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL CON ÉNFASIS
EMPRESARIAL
PEREIRA
2012**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1. MARCO TEÓRICO	8
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	8
1.2 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV).....	8
1.2.1 Aplicaciones del análisis de ciclo de vida.....	9
1.2.2 Fases del ciclo de vida.....	10
1.2.2.1 “Fase 1. Extracción de materia prima.....	11
1.2.2.2 “Fase 2. Producción.....	11
1.2.2.3 “Fase 3. Distribución.....	11
1.2.2.4 “Fase 4. Uso	11
1.2.2.5 “Fase 5. Fin de vida	12
1.3 ANÁLISIS DE CICLO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC- ISO 14044.....	12
1.3.1 Definición del objetivo y el alcance	12
1.3.2 Objetivo del estudio	12
1.3.3 Alcance del estudio Se deben considerar y describir claramente los siguientes puntos:.....	13
1.3.3.1 Función y unidad funcional.....	13
1.3.3.2 Límites del sistema.....	14
1.3.3.3 Tipos y fuentes de datos.....	14

1.3.4	Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV)	14
1.3.6	Interpretación del ciclo de vida.....	16
1.4	CASO DE ESTUDIO: ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE UNA CAFETERA DOMÉSTICA.....	19
1.4.1	Objetivo y alcance.....	19
1.4.2	Análisis del inventario.....	19
1.4.3	Análisis del impacto	21
2.	METODOLOGÍA.....	22
2.1	DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	22
2.2	ANÁLISIS DE INVENTARIO.....	22
2.3	ANÁLISIS DE IMPACTOS	22
2.4	DEFINICIÓN DE LA MEJORA.....	23
3.	RESULTADOS.....	24
3.1	DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE.....	24
3.1.1	Objetivo.....	24
3.1.2	Alcance	24
3.1.2.1	Producto a estudiar	24
3.1.2.2	Unidad funcional	24
3.1.2.3	Sistema del producto a estudiar.....	24
3.1.2.4	Límites del sistema.....	26
3.1.2.5	Tipos y fuentes de datos.....	29
3.2	ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)	29
3.2.1	Cálculo de datos.....	29
3.3	EVALUACIÓN DE IMPACTO.....	34
3.3.1	Matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales	34

3.3.2 Indicadores	35
4. INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19) EN LOS ASPECTOS AMBIENTALES GENERADOS	40
4.1 EMISIONES ATMOSFÉRICAS	40
4.2 CONSUMO DE RECURSOS NATURALES.....	41
4.2.1 Consumo de minerales	41
4.2.2 Consumo de agua.....	42
4.3 RESIDUOS.....	42
5. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE 1 TONELADA DE CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19).....	44
5.1 EMISIONES	44
5.2 AGOTAMIENTO DE RECURSOS NATURALES.....	45
5.2.1 Consumo de minerales	45
5.3 RESIDUOS.....	46
6. DISPOSICIÓN FINAL DE LA CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19)	47
7. RECOMENDACIONES.....	48
8. LIMITACIONES DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	51
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1 Materia prima y principales insumos asociados a la fabricación de la Chapeta	26
Tabla 2 Equipos asociados a la fabricación de la chapeta	27
Tabla 3 Entradas y salidas del proceso de preparación de la arena	31
Tabla 4 Entradas y salidas del proceso de moldeo	31
Tabla 5 Entradas y salidas del proceso de fundición	32
Tabla 6 Entradas y salidas del proceso de desmoldeo	32
Tabla 7 Entradas y salidas del proceso de quiebre	33
Tabla 8 Entradas y salidas del proceso de granalladora	33
Tabla 9 Entradas y salidas del proceso de esmerilado	34
Tabla 10 Grado de influencia de la chapeta en las emisiones atmosféricas	40
Tabla 11 Grado de influencia de la chapeta en el consumo de minerales	41
Tabla 12 Grado de influencia de la chapeta en el consumo de agua	42
Tabla 13 Grado de la influencia de la chapeta en la generación de residuos	42

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1: Fases del ACV	11
Figura 2: Procedimientos simplificados para el análisis del inventario	15
Figura 3: Concepto de indicadores de categoría	16
Figura 4: Diagrama de flujo del proceso	30
Figura 5: Grado de influencia de la chapeta en las emisiones atmosféricas	40
Figura 6: Grado de influencia de la chapeta en el consumo de minerales	41
Figura 7: Grado de influencia de la chapeta en el consumo de agua	42
Figura 8: Grado de influencia de la chapeta en la generación de residuos	43
Figura 9: Emisiones atmosféricas en la producción de 1 tonelada de chapeta	44
Figura 10: Consumo de minerales en la producción de 1 tonelada de chapeta	45
Figura 11: Generación de residuos en la producción de 1 tonelada de chapeta	46
Figura 12: Disminución de las emisiones atmosféricas con el sistema de control	49

LISTADO DE ANEXOS

	pág
Anexo A Análisis y cálculo de datos del balance de materia	55
Anexo B Balance de materia	60
Anexo C Matriz de aspectos e impactos ambientales	61
Anexo D Priorización de aspectos ambientales según nivel de significancia	62

INTRODUCCIÓN

La progresiva fabricación de productos ha generado impactos ambientales que han conllevado a la creación de regulaciones ambientales. Para el cumplimiento de la normatividad ambiental, las empresas se han visto obligadas a reducir sus impactos mediante acciones que han originado costos, encareciendo cada vez más la fabricación y distribución de bienes. En consecuencia se hace necesario la actuación de las empresas en aras de mejorar su calidad, aumentar la productividad y a su vez cuidar el factor ambiental, ejecutando medidas de acción como el análisis detallado de todas las etapas de sus productos con el fin de determinar los impactos y las posibles gestiones de mitigación. El Análisis de Ciclo de Vida-ACV es una de las herramientas más utilizadas que permite establecer estrategias y actividades concretas para la aplicación de PML. En el proceso industrial de Sicolsa no sólo se generan residuos, sino que también se consumen recursos naturales como agua y energía, se usan insumos químicos, y se generan productos que deben ser transportados para su consumo final.

De acuerdo con lo anterior, Sicolsa S.A pretende realizar un ACV mediante el cual se evalúe el desempeño ambiental durante todas las etapas de fabricación de la de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) y se expongan las pautas de mejora en la producción, mercadeo y dirección del producto. Para tal fin, el ACV se establecerá con base en la norma NTC ISO 14044:2007, la cual proporciona los requisitos y directrices de un análisis de ciclo de vida.

JUSTIFICACIÓN

“La empresa SIDERÚRGICA COLOMBIANA S.A – SICOLSA- es una Industria Metalmeccánica dedicada a la fabricación de piezas fundidas en hierro nodular y hierro gris, en el sector **automotriz**, fabricación de partes para chasis, principalmente piezas para el sistema de suspensión, sistema de frenos y embragues; **sector agrícola**, herramientas manuales y piezas para maquinaria agroindustrial; **sector acueducto**, piezas en hierro dúctil para la reparación e instalación de redes de acueducto y alcantarillado; **sector eléctrico**, herrajes para la instalación de líneas de energía y fabricación de aisladores eléctricos; **sector industrial**, fundición y procesos de maquinado industrial” (Sicolsa, 2010).

La Chapeta es uno de los principales productos para el sector automotriz. Esta es una de las piezas que hace parte del rin de los vehículos de carga pesada. En su proceso de fabricación se generan impactos ambientales evidenciados en la afectación de los recursos como el aire, el agua y el suelo, asociados al consumo de energía, la generación de residuos y emisiones atmosféricas, entre otros.

La contaminación del aire se genera por la emisión de NO_x, SO_x y material particulado en el proceso de fundición de la chatarra como principal materia prima. Además la generación de material particulado en el proceso de limpieza de las piezas en la granalladora y la generación de residuos metálicos como polvo de pulido de las piezas, virutas y escorias.

Otros impactos relacionados con el proceso productivo de la Chapeta se evidencian en el consumo de agua y energía en mayor cantidad por el funcionamiento del horno de inducción eléctrico y funcionamiento de maquinaria y equipos.

Como estrategia corporativa, Sicolsa contribuye a reducir el creciente deterioro del medio ambiente desde su gestión, sin desconocer la importancia del desarrollo y su competitividad en el mercado.

Es así, como en este trabajo se pretende mejorar el desempeño ambiental de la organización a través de oportunidades de mejoramiento, partiendo de un diagnóstico ambiental para conocer la situación actual y donde se identifiquen oportunidades de mejoramiento. En este sentido se aplicará el Análisis del Ciclo de Vida, herramienta de Producción Más Limpia, la cual se usa para determinar y evaluar los impactos generados durante sus diferentes etapas, incluyendo desde la fabricación y selección de materias primas hasta la fabricación del producto, uso y disposición. Con dicho diagnóstico se podrán formular estrategias de PML que permitan alcanzar prácticas industriales sostenibles, mediante el desarrollo de técnicas que reduzcan los impactos negativos de los diferentes procesos y a su vez generar ahorros, optimizar los recursos, cumplir con la legislación y mejorar la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, autoridades ambientales y otras partes interesadas.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer oportunidades de mejoramiento en el proceso productivo que permita aumentar el desempeño ambiental y competitivo para la fabricación de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) de la Empresa SICOLSA S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar y revisar la documentación primaria y secundaria relacionada con la producción de la Chapeta.

- Evaluar el desempeño ambiental en la fabricación de la Chapeta utilizando el Análisis de Ciclo de Vida - ACV como herramienta de producción más limpia.
- Proponer oportunidades de mejoramiento basados en el ACV.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

El proceso de producción de la chapeta, inicia con la preparación de la arena para moldeo se realiza en molinos o mezcladores en donde se adicionan y mezclan arena sílice, bentonita, carbonilla, arena de recirculación y agua.

La fusión del metal inicia cargando al horno las cantidades necesarias de chatarra de lámina, material de retorno y otros insumos necesarios, para formar la colada que se ajuste a la composición requerida. El metal se funde en un horno de inducción eléctrica de alta frecuencia hasta lograr una temperatura aproximada de 1510°C; el metal es transportado en cucharas que deben tener un proceso de revestimiento para garantizar las condiciones óptimas del metal a vaciar. Cuando la pieza se ha solidificado y enfriado se procede al desmoldeo mediante vibración, la arena desmoldada es recirculada y las piezas son llevadas a la zona de quiebre en donde por acción de impacto se desprenden las piezas ya conformadas de su sistema de alimentación, este sistema de alimentación es utilizado de nuevo como material de retorno. Luego las piezas deben ser sometidas a un proceso de granallado para limpiar la superficie, al granallar se procede a dar el acabado a las piezas, eliminando rebabas y espesores sobredimensionados a través de esmeriles y motor tool. Algunas piezas se someten a un proceso de pintura para mayor protección y presentación.

1.2 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

“Un ACV es la recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida” (Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14040:2007).

“El Análisis de Ciclo de Vida se define además como un proceso para evaluar la carga ambiental asociada con un sistema de producción o actividad al identificar y describir cuantitativamente el uso de energía y materiales, la liberación de

residuos al medio ambiente y evaluación del impacto que este produce en el medio ambiente” (Seminario La Producción Más Limpia, 2008)

De acuerdo a lo anterior, un ACV permite evaluar el impacto ambiental de un producto que inicia con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Durante la fabricación, las empresas deben evaluar el impacto ambiental que tiene su proceso, además tienen la responsabilidad sobre el impacto que ocasionan las partes involucradas en el proceso hasta que el producto llega al cliente consumidor, (por ejemplo proveedores, distribuidores y consumidores). Esta cadena, que va desde el nacimiento hasta la tumba es lo que se denomina ciclo de vida de un producto.

“La importancia del concepto del ciclo de vida surge de dos conceptos básicos:

- *Cuantificar una medida ambiental*: Esta cuantificación se realiza relacionando los impactos (cantidades de energía, uso de materiales, emisiones) con los problemas ambientales.
- *Establecer prioridades ambientales*: Como base para la planificación del mejoramiento del desempeño ambiental, el ACV analiza todos los impactos durante todo el ciclo de vida de un producto, identificando las prioridades con base en las cuales se definen las estrategias preventivas de mejoramiento del desempeño ambiental” (Monroy et al., 2004).

1.2.1 Aplicaciones del análisis de ciclo de vida “El ACV es una metodología fundamental para la definición de estrategias empresariales en la prevención de la contaminación. Esta herramienta le permite a la industria enfrentar los costos y disminuir los impactos que sus procesos puedan generar y a su vez vislumbrar y aprovechar oportunidades y ventajas competitivas para su organización” (Monroy et al., 2004).

“El ACV es una herramienta que va más allá de la decisión netamente ambiental ya que abarca todas las entradas y salidas, directas e indirectas, lo que le permite manejar todos los factores ambientales. Además la metodología utilizada es cuantitativa, lo que permite una ampliación en la toma de decisiones, antes de tomar cualquier determinación, ya que los resultados entregados son objetivos” (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2001).

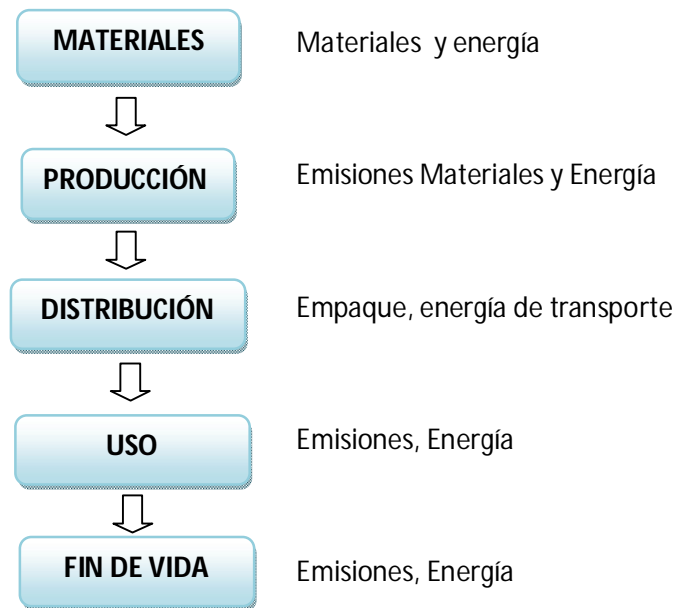
“El ACV es una herramienta esencial para la implementación de programas del ecoetiquetado al proporcionar una base unificadora, transparente y científica. Esta base se relaciona directamente con los impactos ambientales en todas las etapas por las que atraviesa un producto y, por lo tanto, es sensible a los cambios en el mercado y a los avances tecnológicos. En el futuro, esta herramienta será la base para evaluar aquellos productos que sean capaces de ingresar al comercio internacional” (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2001).

Otras de las aplicaciones del ACV son:

- Liderar la innovación en los productos
- Rediseñar o replantear los procesos en su integridad
- Tomar decisiones estratégicas, de diseño, de compra, de venta
- Apoyar la toma de decisiones de las autoridades, la industria y el público.
- Identificar las partes críticas de la producción y el uso.

1.2.2 Fases del ciclo de vida “La aplicación del ACV esta principalmente basada en las siguientes fases las cuales se muestran en la figura N° 1:

Figura 1. Fases del ACV



1.2.2.1 “Fase 1. Extracción de materia prima Está relacionada con el origen del material y hace referencia al impacto ambiental de éste y el consumo de energía requerido para su extracción” (Hoofet al. ,2008).

1.2.2.2 “Fase 2. Producción Se relaciona con las cantidades de insumos, energía y agua utilizados en la transformación del material, así como las emisiones y residuos generados” (Hoofet al. ,2008).

1.2.2.3 “Fase 3. Distribución Se relaciona con los medios de transporte y los empaques utilizados durante el proceso de distribución del producto final” (Hoofet al. ,2008).

1.2.2.4 “Fase 4. Uso Hace referencia a la utilización de recursos durante el uso del producto, junto con el impacto ambiental que dicha utilización genera. Esta fase resulta ser una de las fases prioritarias en el impacto ambiental para los

productos que requieren energía y/o agua u otros aditivos para su funcionamiento” (Hoofet al. ,2008).

1.2.2.5 “Fase 5. Fin de vida Se relaciona con la disposición final del producto y determina gran parte del impacto final durante el ciclo de vida, especialmente en los casos en que la vida útil del producto es muy corta; como es el caso de los envasados y empacados” (Hoofet al. ,2008).

1.3 ANÁLISIS DE CICLO APLICANDO LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC- ISO 14044

Para el Análisis de Ciclo de Vida ACV se utiliza como guía de trabajo la NTC ISO 14044 GESTIÓN AMBIENTAL. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA. REQUISITOS Y DIRECTRICES. REQUISITOS DEL CICLO DE VIDA, la cual es una norma que orienta en los principios y marco de referencia a utilizar para realizar un ACV.

El marco de referencia metodológico para el Análisis del Ciclo de Vida, de acuerdo con la NTC- ISO 14044 es:

1.3.1 Definición del objetivo y el alcance El objetivo y el alcance de un ACV deben estar claramente definidos y deben ser coherentes con la aplicación prevista. Debido a la naturaleza iterativa del ACV, el alcance puede tener que ajustarse durante el estudio.

1.3.2 Objetivo del estudio Al definir el objetivo de un ACV, se deben especificar sin ambigüedad los siguientes puntos:

- La aplicación prevista;
- Las razones para realizar el estudio;

- El público previsto, es decir, las personas a quienes se prevé comunicar los resultados del estudio, y
- Si se pretende utilizar los resultados en aseveraciones comparativas previstas para su divulgación al público.

1.3.3 Alcance del estudio Se deben considerar y describir claramente los siguientes puntos:

- El sistema del producto a estudiar
- Las funciones del sistema del producto o, en el caso de estudios comparativos, los sistemas.
- La unidad funcional
- Los límites del sistema
- Los procedimientos de asignación
- La metodología de la evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV) y los tipos de impactos.
- La interpretación a utilizar
- Los requisitos relativos a los datos
- Las suposiciones
- Los juicios de valor y los elementos opcionales
- Las limitaciones
- Los requisitos de calidad de los datos
- El tipo de revisión crítica, si la hay
- El tipo y formato del informe requerido para el estudio

1.3.3.1 Función y unidad funcional El alcance de un ACV debe especificar claramente las funciones (características de desempeño) del sistema bajo estudio. La unidad funcional debe ser coherente con el objetivo y alcance del estudio; además debe estar claramente definida y ser medible.

1.3.3.2 Límites del sistema Los límites del sistema determinan que procesos unitarios se deben incluir dentro del análisis del ciclo de vida. La selección de los mismos debe ser coherente con el objetivo del estudio.

Solo se permite la eliminación de etapas del ciclo de vida, procesos, entradas o salidas, si esto no modifica significativamente las conclusiones globales del estudio. Cualquier decisión de omitir etapas del ciclo de vida, procesos, entradas o salidas se debe especificar de forma clara y se deben explicar las razones e implicaciones de su omisión.

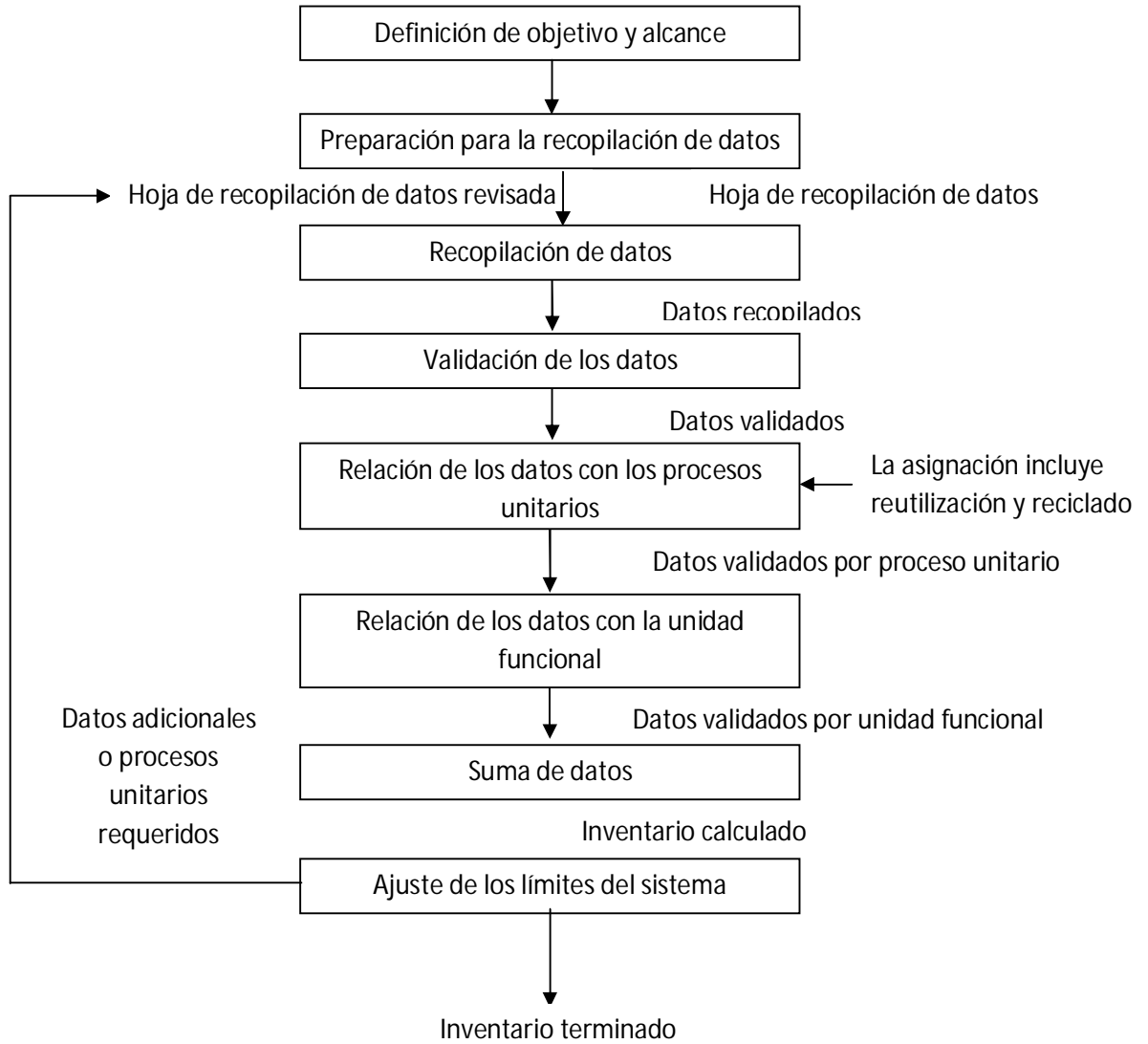
Es útil describir el sistema utilizando un diagrama de flujo que muestre los procesos unitarios y sus interrelaciones. Se debería describir inicialmente cada uno de los procesos unitarios para definir:

- Dónde comienza el proceso unitario en términos de la recepción de materias primas o productos intermedios,
- La naturaleza de las transformaciones y operaciones que se dan como parte del sistema unitario.
- Dónde termina el proceso unitario en término del destino de los productos intermedios o finales.

1.3.3.3 Tipos y fuentes de datos Los datos se pueden recopilar de los sitios de producción asociados con los procesos unitarios dentro de los límites del sistema o se pueden obtener o calcular de otras fuentes. En la práctica, todos los datos pueden incluir una muestra de datos medidos, calculados o estimados.

1.3.4 Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV) La definición del objetivo y el alcance de un estudio proporciona el plan inicial para realizar la fase del inventario de ciclo de vida, se deberían realizar los pasos que se describen a continuación:

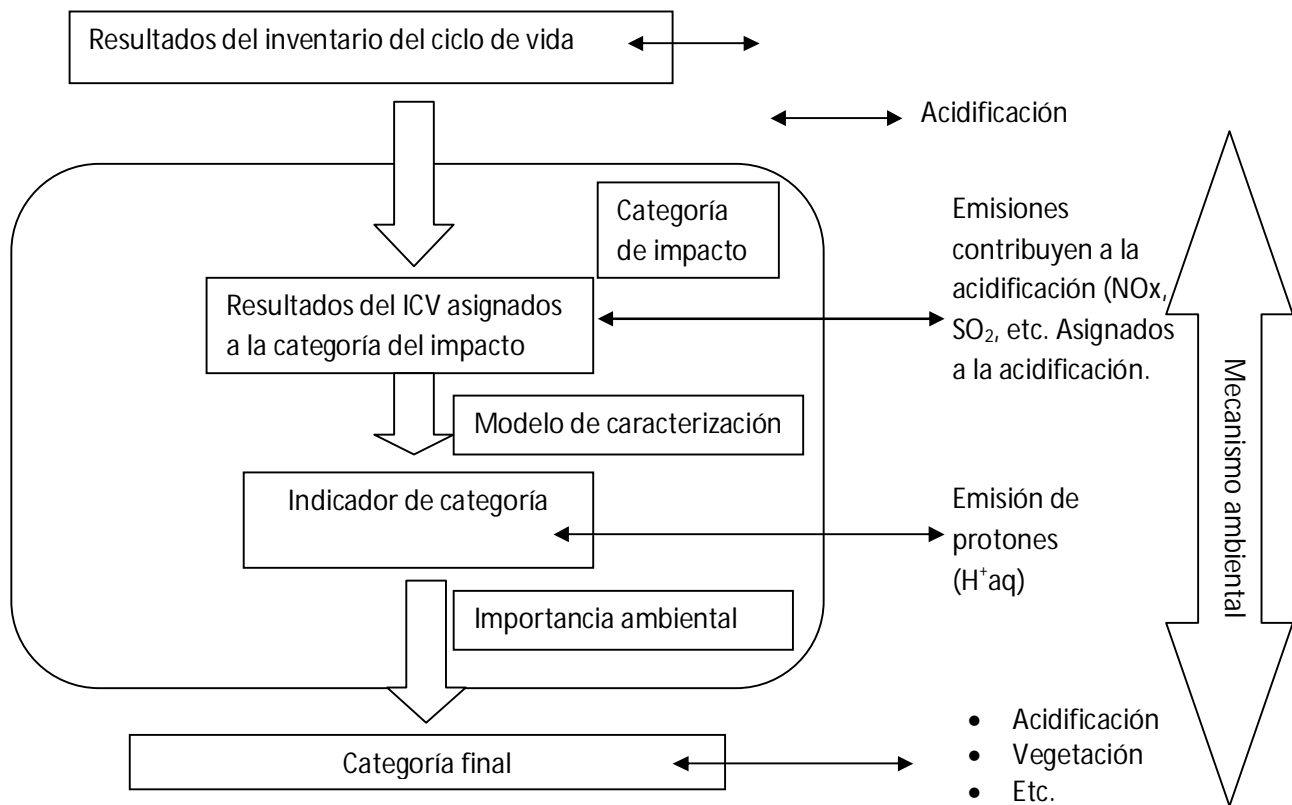
Figura 2. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14044

1.3.5 Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida

Figura 3. Concepto de indicadores de categoría



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 14044

1.3.6 Interpretación del ciclo de vida La fase de interpretación de un estudio de ACV o de un estudio de ICV comprende varios elementos, según lo siguiente:

- Identificación de los asuntos significativos basados en los resultados de las fases del ICV y la EICV de un ACV.
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

En la literatura hay algunos autores que han realizado análisis de ciclo de vida en empresas de metalmecánica como la firma Centro Tecnológico Miranda de Ebro y la Agencia de desarrollo económico de Castilla y León quienes tomaron como objeto de estudio el Sector Metalmeccánico en Castilla y León – España y dentro del sector metalmeccánico realizaron la guía de ecodiseño para dicho sector y las conclusiones que reúnen en las empresas del sector metalmeccánico que fabrican componentes para el sector automoción.

Conforme al planteamiento anterior se realizaron cinco análisis del ciclo de vida a las actividades industriales de cinco empresas que dentro del sector metalmeccánico trabajan en las diferentes operaciones que caracterizan al sector automoción.

Se eligieron para la realización de los análisis del ciclo de vida cinco piezas u operaciones significativas dentro de la globalidad de sus actividades industriales y conforme a la sistemáticas de las Normas de la serie ISO 14040 sobre Gestión Medioambiental y Análisis del Ciclo de Vida y con la ayuda del software para la realización de ACV's (Análisis del Ciclo de Vida) denominado SimaPro se obtuvieron los resultados que permitieron elaborar la Guía.

Las actividades referidas son:

- ACV de la fabricación de discos de freno ventilados;
- ACV de operaciones de mecanizado de discos de freno ventilados;
- ACV de fabricación de conjuntos mecánicos-componentes brazo de suspensión;
- ACV de fabricación de conjuntos mecánicos - bisagras de puerta;
- ACV de tratamientos superficiales por cataforesis de piezas metálicas.

La utilización de la herramienta del Análisis del Ciclo de Vida ha permitido identificar los aspectos medioambientales que penalizan más, en cada caso, los impactos medioambientales tipificados en los métodos más reconocidos

científicamente, en este caso las categorías de impacto ambiental incluidas en el Eco-indicador 95:

- ✓ Calentamiento Global;
- ✓ Destrucción de la Capa de Ozono;
- ✓ Acidificación;
- ✓ Eutrofización;
- ✓ Toxicidad por Metales Pesados;
- ✓ Toxicidad Sustancias Cancerígenas;
- ✓ Smog Invernal;
- ✓ Smog Fotoquímico;
- ✓ Consumo de Recursos Energéticos;
- ✓ Generación de residuos sólidos

Es importante resaltar que la evolución en la Industria acrecienta la preocupación de científicos y estudiosos de las ciencias ambientales por conseguir un equilibrio entre el desarrollo económico y el desarrollo sostenible. Preocupación que se ve reflejada en algunos estudios realizados por grandes autores investigadores del impacto medioambiental de casos como el de elementos plásticos recubiertos o de distintos procesos de pintado y pinturas. Snowdon (1994), realizó la comparación del impacto medioambiental de distintas placas base de equipamientos de telecomunicaciones formadas por plástico recubierto de metal (mediante *electroless*), de aluminio y de aluminio parcialmente reciclado, mediante un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en distintos escenarios. Tekawa et al. (1997), han elaborado un estudio destinado a evaluar el impacto ambiental de elementos de los ordenadores personales (PCs) con vistas a desarrollar nuevos componentes de menor carga medioambiental. Los autores consideran el uso de materiales plásticos recubiertos con capa metálica para dicho cometido. Papasavva et al. (2001), han realizado un estudio sobre el impacto medioambiental asociado a diferentes pinturas metalizadas en los procesos de pintado de componentes de

vehículos. Dentro del sector de la automoción, Muñoz et al. (2006) han aplicado un ACV a una puerta de un vehículo realizada con material poliolefínico en el que se ha considerado el recubrimiento con pintura conductora. El estudio estaba centrado en el rediseño de dicho componente con materiales reciclados. Finalmente destacar el estudio de Yang et al. (2004), en el que realizan un ACV de teléfonos móviles considerando distintos procesos de recubrimiento como el pintado, la deposición de vapor y el chapado electrolítico. Los autores afirman que este último es el que causa un menor impacto sobre el medio ambiente debido al mayor consumo de energía y de materias primas de la deposición vaporosa. Finalmente, la literatura nos enseña que no solo existen estudios de análisis de ciclo de vida para un proceso productivo a gran escala o específico de la Industria. A continuación se muestra un caso aplicado para un proceso tan aparentemente sencillo y habitual como lo es el uso de una cafetera doméstica.

1.4 CASO DE ESTUDIO: ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE UNA CAFETERA DOMÉSTICA

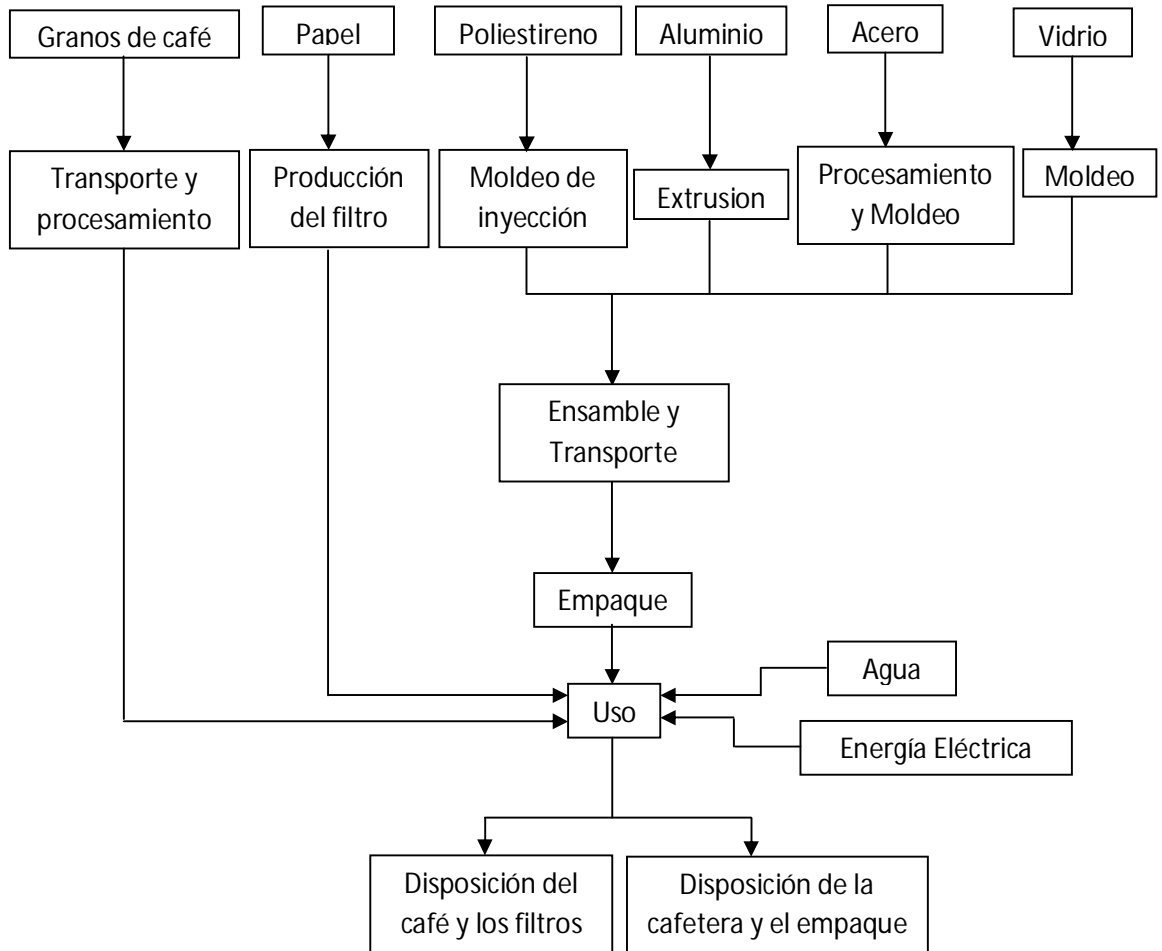
1.4.1 Objetivo y alcance

Propósito: Determinar cómo mejorar el desempeño ambiental de una cafetera doméstica.

Criterios: Energía total consumida, emisiones de CO₂ equivalentes producidos.

Unidad Funcional: El tiempo de calentamiento del café.

1.4.2 Análisis del inventario Se realiza el diagrama de flujo del ACV según los materiales y componentes de la cafetera así:



- Entradas

Papel

Aluminio

Acero

Vidrio

Energía Eléctrica

- Salidas

Residuos de café

Filtro

Cafetera

Empaque

1.4.3 Análisis del impacto Se definen las categorías de impacto, se determina las cargas que causan cada impacto, se asigna los indicadores para cada categoría y se estratifica la importancia de cada categoría.

CARGAS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES
CO ₂	Efecto invernadero
SO ₂	Acidificación
NO _x	
Pesticidas	Ecotoxicidad
Metales Pesados	Toxicidad humana
Estireno	Olores

IMPACTOS ASOCIADOS AL EMPAQUE:

IMPACTOS	CAJA DE PAPEL	CAJA DE PLÁSTICO
Efecto Invernadero	94%	100%
Acidificación	100%	74%
Eutroficación	98%	100%
Metales pesados	34%	100%

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para aplicar el análisis del ciclo de vida ACV a la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19), se tomó de la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 14044.

2.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

En esta primera etapa se definirá la Chapeta como el producto a ser analizado. Se escogerá como unidad funcional, 1 ton de Chapeta, el proceso productivo y la materia prima como el sistema del producto a estudiar.

De igual manera se definirán las exclusiones del proceso y los datos a utilizar de acuerdo a su accesibilidad.

2.2 ANÁLISIS DE INVENTARIO

En esta etapa del trabajo se recolectarán todas las entradas y salidas del proceso productivo.

Para cada proceso se cuantificará el consumo de recursos como la energía, mediante el inventario de equipos y el tiempo de trabajo del equipo; agua, a través de la cuantificación de cantidades consumidas; materias primas utilizadas e insumos utilizados, además las emisiones generadas a la atmósfera, mediante la revisión de las mediciones de aire en donde se evidencien los datos reales de contaminantes expulsados a la atmósfera, entre otros aspectos. A partir de esto, los recursos y residuos generados se combinarán en el diagrama de procesos.

2.3 ANÁLISIS DE IMPACTOS

Los efectos causados por el consumo de los recursos y la generación de emisiones se agruparán y cuantificarán en un número limitado de categorías de impactos ambientales para ser ponderados de acuerdo a su significancia. Para la

evaluación de los impactos ambientales durante el ciclo de vida se utilizará una matriz que se adaptará a las necesidades que el estudio requiera.

2.4 DEFINICIÓN DE LA MEJORA

En esta etapa se analizarán los datos a través del uso de gráficas en donde se evidencie y se evalúen las oportunidades de mejoramiento del desempeño ambiental y reducción de los impactos del producto estudiado.

3. RESULTADOS

3.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE

3.1.1 Objetivo Obtener mediante este estudio, una visión más detallada del proceso de producción de la chapeta en el cual se detecten las problemáticas ambientales en su ciclo de vida y así proponer alternativas de mejoramiento ambiental.

3.1.2 Alcance

3.1.2.1 Producto a estudiar El producto a estudiar es la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19), la cual se fabrica para el sector automotriz. Esta hace parte del rin de los vehículos de carga pesada, su función radica en sujetar el rin de la llanta de los camiones.



3.1.2.2 Unidad funcional Como unidad funcional se utilizó 1 tonelada de chapeta fundida.

3.1.2.3 Sistema del producto a estudiar El sistema bajo estudio se ha dividido en 6 procesos los cuales son:

- **Preparar arena** Este proceso inicia con el desmoldeo. En esta fase del proceso las piezas de hierro son separadas del molde de arena luego del vaciado, una vez la solidificación y enfriamiento adecuados se hayan llevado a cabo. Esta arena resultante del desmoldeo, llamada de recirculación, es sometida a un proceso de mezcla con bentonita, carbonilla, arena nueva y agua. Finalmente los componentes son mezclados a través del molino.
- **Elaborar moldes (moldeadora automática sinto)** En este proceso la placa modelo y la arena preparada entra al equipo moldeador.
- **Fundir y vaciar** Al encender el horno se carga el lingote, este es un cuerpo macizo que permite la generación de un cuerpo magnético en el crisol para el rápido calentamiento del horno. Antes de iniciar el cargue del horno se agrega grafito para dar el porcentaje de carbono que necesita el hierro para cumplir con los requerimientos de calidad. El cargue del horno se realiza con el 50% del material de retorno y el 50% de la lámina compactada coldrolled (retal generado de la laminación en frío).

Antes de iniciar con el vaciado de la colada, se precalientan las cucharas receptoras y la vaciadora para evitar un choque térmico. Se debe preparar el material refractario para el revestimiento de las cucharas, este se prepara con cuarzo, arcilla de río y agua. Una vez el hierro este fundido y cumpla con las características, es vaciado a los moldes.

- **Quebrar** Este proceso consiste en retirar las piezas del sistema de alimentación para permitir el paso de éstas a los procesos de acabado (granallado, esmerilado y pintura).
- **GRANALLADO:** Tanto los sistemas de alimentación retirados como las piezas se llevan a la granalladora para retirarles la arena adherida, de manera que las

piezas sigan los otros procesos de acabado y los sistemas de alimentación se puedan retomar al proceso de fundición.

- **Esmerilado** Mediante el uso de un esmeril, las piezas son sometidas a un proceso de pulido.

3.1.2.4 Límites del sistema Dentro del sistema se consideraron los siguientes aspectos:

- Materia prima y principales insumos utilizados en los procesos de transformación:

Tabla 1. Materia prima y principales insumos asociados a la fabricación de la chapeta

PROCESO	MATERIA PRIMA E INSUMOS
Preparar Arena	Arena de recirculación, bentonita sódica, bentonita cálcica, arena sílice, carbonilla, agua.
Elaborar Moldes	No aplica
Fundir y vaciar	Chatarra
Desmoldeo	No aplica
Quebrar	No aplica
Granallado	No aplica
Esmerilado	No aplica

Fuente propia

- Los principales equipos de cada subproceso de fabricación de la chapeta:

Tabla 2. Equipos asociados a la fabricación de la chapeta

PROCESO	EQUIPOS
Preparar Arena, elaborar moldes	bandas transportadoras, aireador bandas , molinos, elevadores
Fundir y vaciar	Horno de fundición
Desmoldeo	Bandas transportadoras, criva, elevadores, didion, shut vibratorio,
Quebrar	No aplica
Granallado	Cadena, Sin Fin, elevador, turbina y extractor de la granalladora.
Esmerilado	Esmeriles

Fuente propia

Fuera del análisis han quedado los siguientes aspectos:

- Los materiales utilizados para el revestimiento de las cucharas vaciadoras (el cuarzo, la arcilla de río y agua): Su exclusión se debe a la dificultad de realizar las mediciones adecuadas para evaluar los impactos de uso de estos materiales, ya que no se tiene un registro de consumo exacto por colada, cuchara, o tonelada.
- Las ferroaleaciones necesarias para llevar la composición química del hierro base a la composición final requerida por la pieza: La razón de su exclusión en el sistema se debe a dificultad de cuantificar las cantidades de silicio, magnesio y grafito que se adicionan a la colada, pues estas no son exactas, para esto se debe hacer un análisis con el fin de calcular las cantidades para obtener un porcentaje de silicio y de carbono adecuado.

- Granalla: Su exclusión es por la complejidad de obtener una medición exacta de consumo de granalla, pues este depende del requerimiento de la granalladora, su duración es de aproximadamente 15 días pero la cantidad consumida está relacionada con todas las piezas fundidas.
- Emisiones de Dioxinas y Furanos: Se excluye debido a su baja incidencia de acuerdo a lo reportado en los análisis de emisiones atmosféricas del horno de fundición realizado en marzo de 2011, lo que evidencia la poca afectación que pueden causar estos compuestos en la calidad del aire, en cuanto se refiere al proceso productivo de SICOLSA.
- Procesos de pintura: Su exclusión en el análisis se da por la ausencia de un sistema de recolección que permita cuantificar la cantidad de partículas de pintura generadas en 1 tonelada de chapetas pintadas.
- Empaque: Se excluye porque la generación de cartón (material de empaque) desechado es mínima, ya que en una caja se empaican 100 chapetas, para 2.500 son 25 cajas.

La exclusión de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente hace que no se realice una cuantificación detallada del consumo de materiales, generación de residuos, emisiones y otros aspectos ambientales relacionados, y a su vez se desconozcan impactos ambientales significantes a los cuales se les tendría que establecer planes de acción para su minimización.

Como se indicó anteriormente, la cuantificación de las partículas de pintura, la granalla, el cuarzo y la arcilla es muy rigurosa puesto que en Sicolsa se producen diversas piezas y los datos para estos aspectos se encuentran totalizados.

3.1.2.5 Tipos y fuentes de datos Los datos del ACV de la chapeta 1922774 se obtuvieron a partir de entrevistas a los inspectores y supervisores de planta, registros de fabricación y mediciones realizadas desde el proceso.

3.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)

3.2.1 Cálculo de datos El inventario recoge las entradas y salidas de cada uno de los procesos de fabricación de la chapeta 1922774. A continuación se especifica que cálculos se realizaron en los procesos de preparación de arena, fusión o fundición, granallado y esmerilado.

- **Proceso preparación de arena:** Con base en los estándares actuales de preparación de la arena se calculó la cantidad de bentonita, arena sílice, carbonilla, agua y arena de circuito que se necesita para fabricar una tonelada de chapetas.
- **Proceso fundición:** Las emisiones atmosféricas (material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno) se obtuvieron de las mediciones directas realizadas en el año 2010 y 2011.
Para calcular la cantidad de escoria generada del proceso de fundición, se cuantificó en campo la cantidad de escoria generada en 2 coladas de 4.220 kg de carga del horno según el registro RG-46 versión 7 “Control carga de horno”, y se relacionó para una carga de 1.000 kg.
- **Proceso de granallado:** La emisión de material particulado se obtuvo del muestreo realizado en febrero de 2011.
- **Proceso de esmerilado:** Para calcular el residuo generado del proceso de esmerilado se tomó una muestra de 10 piezas, las cuales se pesaron antes y

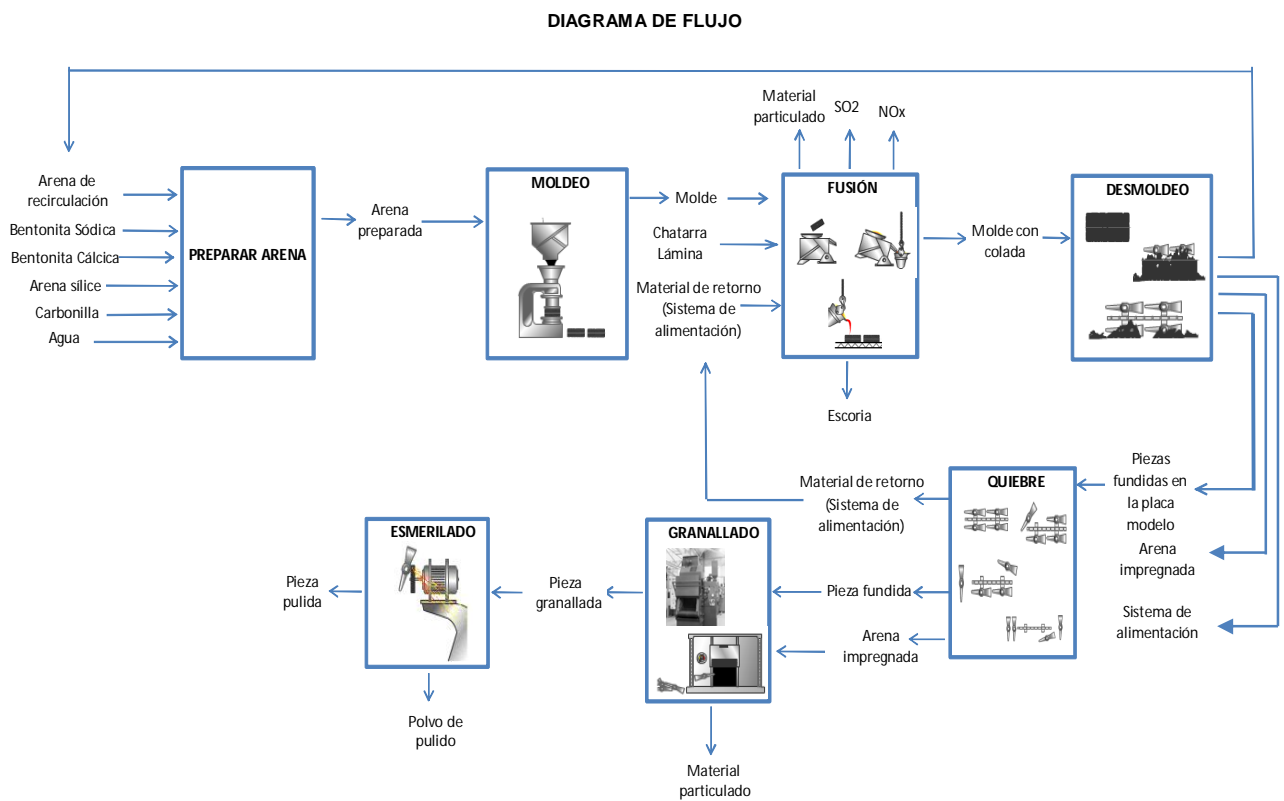
después del proceso; una vez cuantificado el peso del polvo de pulido generado se relacionó la cantidad de dicho residuo para 2.500 chapetas (1 tonelada).

En el anexo 1 se especifica los cálculos realizados para el inventario del ciclo de vida (ICV).

3.2.2 Diagrama de flujo del proceso

Con base en el cálculo de los datos se realizó los diagramas de flujo determinando las entradas y salidas.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso



Fuente propia

3.2.3 Balance de materia A partir de los diagramas de flujo, el análisis y cálculo de datos se realizó el balance de materia. Ver anexo 2.

A continuación se puede observar las entradas y salidas de cada proceso, las cuales están relacionadas en el balance de materia.

Tabla 3. Entradas y salidas del proceso de preparación de la arena

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Arena de circuito	20.800	Arena preparada	21.777,6
Bentonita Cálcica	72,8		
Bentonita Sódica	65		
Arena Sílice 50-100	312		
Carbonilla	7,8		
Agua	520		

Fuente propia

Tabla 4. Entradas y salidas del proceso de moldeo

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Arena preparada	21.777,6	Molde	21.777,6

Fuente propia

Tabla 5. Entradas y salidas del proceso de fundición

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Molde	21.777,6	Material particulado (MP)	2,75
Chatarra	500	Dióxido de azufre (SO ₂)	0,46
Material de retorno (Sistema de alimentación)	500	Óxidos de nitrógeno (NO _x)	1,36
		Escoria	25,59
		Molde con colada	22.747,4

Fuente propia

Tabla 6. Entradas y salidas del proceso de desmoldeo

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Molde con colada	22.747,4	Arena de circuito	20.800
		Piezas fundidas en la placa modelo	1.000
		Arena impregnada	36,72
		Sistema de alimentación	910,68

Fuente propia

Tabla 7. Entradas y salidas del proceso de quiebre

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Piezas fundidas en la placa modelo	1.000	Material de retorno (Sistema de alimentación)	500
Arena impregnada	36,72	Pieza fundida	1.000
Sistema de alimentación	910,68	Arena impregnada	36,72
		Sistema de alimentación desechado	410,68

Fuente propia

Tabla 8. Entradas y salidas del proceso de granallado

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Pieza fundida	1.000	Pieza granallada	1.000
Arena impregnada	36,72	Material particulado (MP)	36,72

Fuente propia

Tabla 9. Entradas y salidas del proceso de esmerilado

ENTRADA		SALIDA	
MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD (kg)	PRODUCTO Y DESECHOS	CANTIDAD (kg)
Pieza granallada	1.000	Pieza pulida	990
		Polvo de pulido	10

Fuente propia

3.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO

3.3.1 Matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales Una vez construido el inventario se realizó una matriz de aspectos e impactos ambientales. Ver anexo 3. Para la calificación de los aspectos ambientales se utilizaron los siguientes criterios, cada uno con el valor de ponderación:

- a. Magnitud: se entiende como la gravedad del daño que se puede causar al medio ambiente, se califica así: 5 magnitud alta, 3 magnitud media y 1 magnitud baja; y tiene un valor de ponderación del 30%.
- b. Requisito legal: se refiere a la legislación ambiental que le aplica a aspecto, se califica así: 5 existe y no se cumple, 2 existe y se cumple y 1 no existe requisito; y tiene un valor de ponderación del 50%.
- c. Frecuencia: se refiere a la periodicidad con que ocurre o se genera el aspecto, se califica así: 5 frecuencia alta, 3 frecuencia media y 1 frecuencia baja; y tiene un valor de ponderación del 10%.
- d. Comunidad: trata sobre la probabilidad que tiene el impacto de afectar a las partes interesadas, se califica así: de 1 a 5 siendo 5 el que determina el mayor grado de afectación; y tiene un valor de ponderación del 10%.

Después de asignar los valores a cada uno de los anteriores criterios, se realizó una suma teniendo en cuenta la ponderación, así; el valor individual por el porcentaje de ponderación más el siguiente, obteniendo los resultados para cada

aspecto. Se definieron como significativos los que en las sumatoria tuvieron un valor mayor o igual a 2 (dos).

3.3.2 Indicadores Cada aspecto ambiental se ordenó de mayor a menor según su nivel de significancia en la matriz de aspectos e impactos ambientales. Ver anexo 4.

Luego se identificaron los aspectos de mayor significancia; entre éstos se encuentran, la emisión de material particulado, generado a través del uso de la granalladora, consumo de energía eléctrica por el horno de fundición y consumo de minerales (arena sílice, bentonita, carbonilla) y el consumo de agua.

A cada aspecto ambiental se le asignó la categoría de impacto y los siguientes componentes:

- Resultados del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)
- Modelo de caracterización y factor de caracterización
- Indicador de categoría
- Resultado del indicador de categoría
- Puntos finales de categoría

ASPECTO AMBIENTAL	EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
Categoría de impacto	Contaminación atmosférica
Resultados del ICV	36,72 kg de MP/ ton de chapeta
Modelo de caracterización	Estudio isocinético
Indicador de categoría	Estándar de emisión admisible
Factor de caracterización	875 mg de MP/m ³ -ton de chapeta
Resultado de indicador de categoría	150 mg/m ³
Puntos finales de categoría	Salud humana
Importancia ambiental	Las infecciones respiratorias producto de la contaminación por material particulado.

ASPECTO AMBIENTAL	EMISIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE – EMISIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO
Categoría de impacto	Acidificación
Resultados del ICV	0,46 kg SO ₂ /ton de chapeta 1,36 kg NO _x /ton de chapeta
Modelo de caracterización	Estudio isocinético
Indicador de categoría	Estándar de emisión admisible
Factor de caracterización	6,27 mg de SO ₂ /m ³ - ton de chapeta 18,9 mg de NO _x /m ³ - ton de chapeta
Resultado de indicador de categoría	550 mg de SO ₂ /m ³ 550 mg de NO _x /m ³
Puntos finales de categoría	Cuerpos de agua, cultivos, flora.
Importancia ambiental	La acidificación de las aguas de lagos, ríos y mares dificulta el desarrollo de vida acuática. Igualmente, afecta a la vegetación produciendo daños importantes en las zonas forestales.

ASPECTO AMBIENTAL	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
Categoría de impacto	Calentamiento global
Resultados del ICV	39.87 kWh/ton-año
Modelo de caracterización	Estimación del consumo de energía eléctrica del horno de inducción para producir 1 tonelada de chapeta.
Indicador de categoría	Huella de carbono (toneladas de carbono) al año en la producción de la chapeta

Factor de caracterización	0,02 ton de CO ₂ /ton de chapeta-año
Resultado de indicador de categoría	0,11 ton de CO ₂ /año
Puntos finales de categoría	Recursos no renovables
Importancia ambiental	Para obtener electricidad en las centrales térmicas o termoeléctricas, se utilizan los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural; los cuales se pueden emplear directamente, quemándolos para producir calor y movimiento. Estos combustibles se agotarán a mediano plazo y su uso produce la emisión de gases que contaminan la atmósfera.

ASPECTO AMBIENTAL	CONSUMO DE BENTONITA - CONSUMO DE ARENA SÍLICE- CONSUMO DE CARBONILLA
Categoría de impacto	Agotamiento del suelo
Resultados del ICV	137,8 kg de bentonita/ton de chapeta 312 kg de arena sílice/ton de chapeta 7,8 kg de carbonilla/ton de chapeta
Modelo de caracterización	Mediciones de consumo (factura), informe de movimiento, almacén de suministros SICOLSA S.A.
Indicador de categoría	Cantidad en kg de bentonita, arena sílice y carbonilla consumidos
Factor de caracterización	137,8 kg de bentonita/ton de chapeta 312 kg de arena sílice/ton de chapeta 7,8 kg de carbonilla/ton de chapeta

Resultado de indicador de categoría	137,8 kg de bentonita 312 kg de arena sílice 7,8 kg de carbonilla
Puntos finales de categoría	Suelo
Importancia ambiental	Alteración en la morfología del terreno, del suelo, vegetación.

ASPECTO AMBIENTAL	CONSUMO DE AGUA
Categoría de impacto	Agotamiento de los recursos naturales
Resultados del ICV	520 l/ton
Modelo de caracterización	Informe de consumos en el proceso de preparación de arena.
Indicador de categoría	Huella hídrica para la producción de una chapeta
Factor de caracterización	520 l/ton
Resultado de indicador de categoría	0,208 l
Puntos finales de categoría	Recurso hídrico
Importancia ambiental	La disminución del recurso hídrico altera directamente la vida del ser vivo en la tierra y pone en riesgo su supervivencia.

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN DE POLVO DE PULIDO– GENERACIÓN DE ESCORIA
Categoría de impacto	Contaminación del suelo
Resultados del ICV	10 kg Polvo de pulido generado/ton de chapeta 25,59 kg Escoria generada/ton de chapeta
Modelo de caracterización	Cuantificación de residuos
Indicador de categoría	Volumen que ocupa el polvo de pulido y la escoria en el relleno sanitario
Factor de caracterización	1.000 kg polvo de pulido/m ³ -ton de chapeta 639,75 kg escoria/m ³ -ton de chapeta
Resultado de indicador de categoría	0,01 m ³ de polvo de pulido 0,04 m ³ de escoria
Puntos finales de categoría	Suelo
Importancia ambiental	Alteración de la estructura del suelo por la acción de los líquidos percolados.

4. INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LA CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19) EN LOS ASPECTOS AMBIENTALES GENERADOS

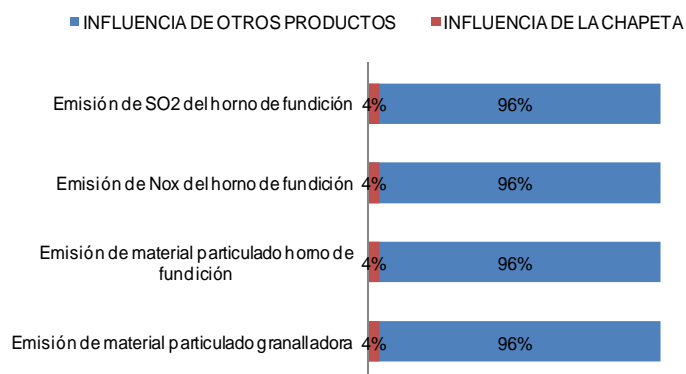
A continuación se muestran las gráficas y tablas relacionadas con los aspectos ambientales generados (emisiones atmosféricas, consumo de recursos y generación de residuos) en la producción de la chapeta y las demás piezas en las cuales se visualiza el grado de influencia que tiene el producto estudiado.

4.1 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Tabla 10. Grado de influencia de la chapeta en las emisiones atmosféricas

ASPECTO AMBIENTAL	EMISIONES ATMOSFÉRICAS (kg) EN 1.520.000 kg DE PIEZAS PRODUCIDAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE OTRAS PIEZAS	EMISIONES ATMOSFÉRICAS (kg) EN 53.480 kg DE CHAPETAS PRODUCIDAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE LA CHAPETA
Emisión de material particulado granalladora	55814	96%	1.964	4%
Emisión de material particulado horno de fundición	4180	96%	147,07	4%
Emisión de Nox del horno de fundición	2067,2	96%	73	4%
Emisión de SO2 del horno de fundición	699,2	96%	25	4%

Figura 5. Grado de influencia de la chapeta en las emisiones atmosféricas



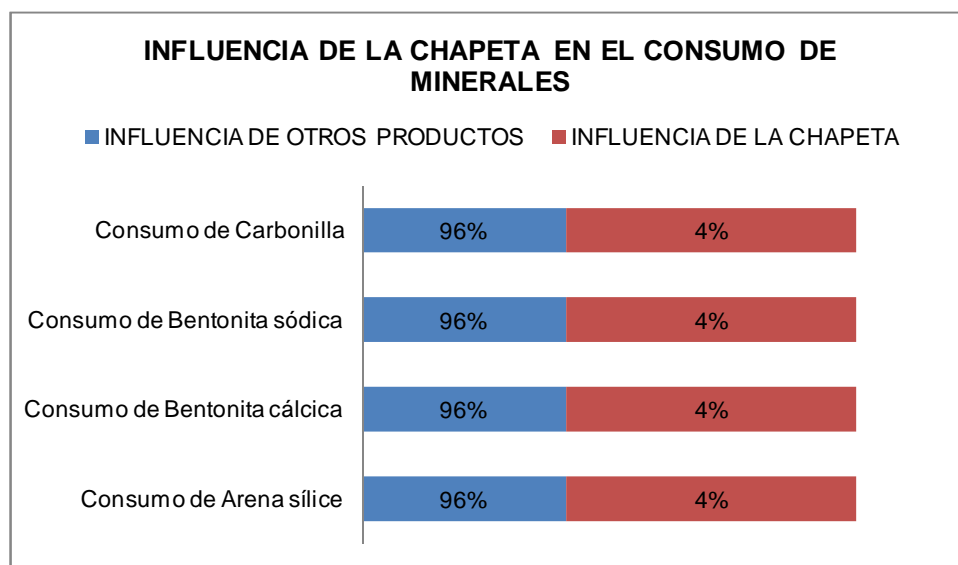
4.2 CONSUMO DE RECURSOS NATURALES

4.2.1 Consumo de minerales

Tabla 11. Grado de influencia de la chapeta en el consumo de minerales

ASPECTO AMBIENTAL	CONSUMO DE MINERALES (kg) EN 1.520.000 kg DE PIEZAS PRODUCIDAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE OTRAS PIEZAS	CONSUMO DE MINERALES (kg) EN 53.480 kg DE CHAPETAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE LA CHAPETA
Consumo de Arena sílice	474240	96%	16686	4%
Consumo de Bentonita cálcica	110656	96%	3893	4%
Consumo de Bentonita sódica	98800	96%	3476	4%
Consumo de Carbonilla	11856	96%	417	4%

Figura 6. Grado de influencia de la chapeta en el consumo de minerales

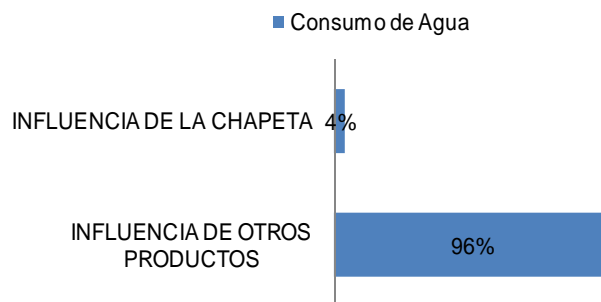


4.2.2 Consumo de agua

Tabla 12. Grado de influencia de la chapeta en el consumo de agua

ASPECTO AMBIENTAL	CONSUMO DE AGUA (kg) EN 1.520.000 kg DE PIEZAS PRODUCIDAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE OTRAS PIEZAS	CONSUMO DE AGUA (kg) EN 53.480 kg DE CHAPETAS PRODUCIDAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE LA CHAPETA
Consumo de agua	790400	96%	27810	4%

Figura 7. Grado de influencia de la chapeta en el consumo de agua

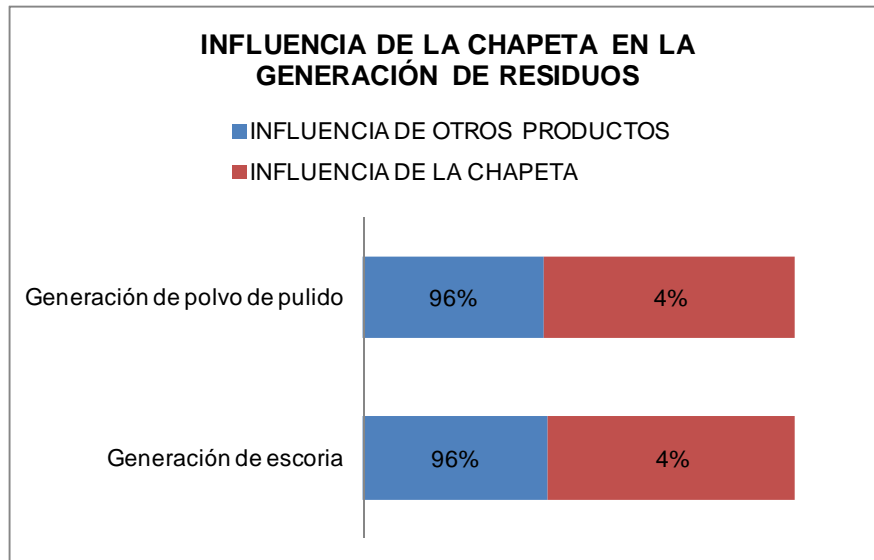


4.3 RESIDUOS

Tabla 13. Grado de influencia de la chapeta en la generación de residuos

RESIDUO	GENERACIÓN DE RESIDUOS (kg) EN 1.520.000 kg DE PIEZAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE OTRAS PIEZAS	GENERACIÓN DE RESIDUOS (kg) EN 53.480 kg DE CHAPETAS	PORCENTAJE (%) DE INFLUENCIA DE LA CHAPETA
Escoria	38900	96%	1369	4%
Polvo de pulido	6080	96%	214	4%

Figura 8. Grado de influencia de la chapeta en la generación de residuos



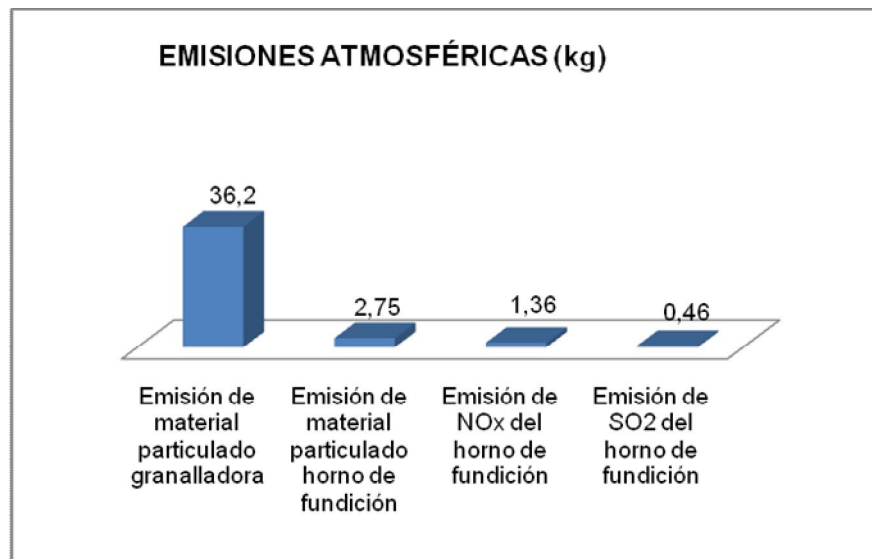
En cada uno de los aspectos ambientales (emisiones atmosféricas, consumo de energía eléctrica, agua, minerales y generación de residuos), la influencia de la chapeta es muy baja según el bajo porcentaje que se observa en las gráficas. Este porcentaje se debe a que la chapeta es una pieza muy pequeña y de bajo peso (0,4 kg) a comparación de las otras piezas que se funden en Sicolsa cuyo peso está alrededor de 70 kg. El peso está directamente relacionado con el consumo de chatarra, agua, bentonita, arena sílice y las emisiones atmosféricas y el consumo de energía eléctrica y la generación de residuos (escoria y polvo de pulido) son directamente proporcionales a la producción. Como la producción de chapeta es baja con respecto a los otros productos el porcentaje de influencia es bajo.

5. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE 1 TONELADA DE CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19)

En las siguientes gráficas se observan los aspectos ambientales generados en la producción de 1 tonelada de chapeta.

5.1 EMISIONES

Figura 9. Emisiones atmosféricas en la producción de 1 tonelada de chapeta



La emisión de material particulado de la granalladora es el aspecto más significativo dentro de este grupo. Este está constituido por arena que se desprende de las piezas que se granallan. El sistema de control consta de un filtro de mangas cuya remoción es muy baja.

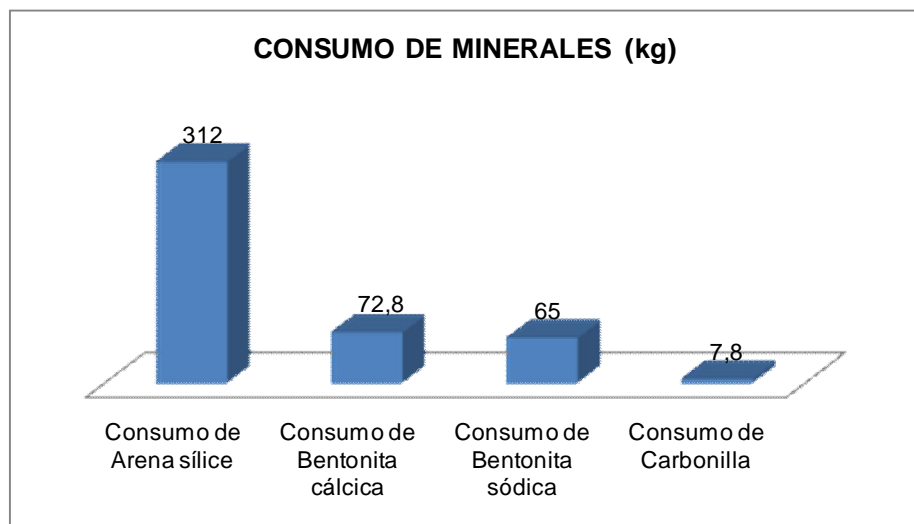
Las emisiones de NO_x, SO₂ y material particulado derivadas del proceso de fundición son muy bajas ya que la materia prima se funde en un horno de inducción eléctrica. La lámina cold rolled y hot rolled se somete a un proceso de revisión desde calidad donde se selecciona solo la lámina limpia que no presente

pinturas, aceites, ni óxidos en exceso. A diferencia de otras empresas de fundición, las cuales funden todo tipo de chatarra sin seleccionar; Sicolsa funde materia prima seleccionada y además cuenta con procesos de recepción de chatarra y selección de proveedores, asegurando de esta manera un proceso más limpio y un producto de óptima calidad.

5.2 AGOTAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

5.2.1 Consumo de minerales

Figura 10. Consumo de minerales en la producción de 1 tonelada de chapeta

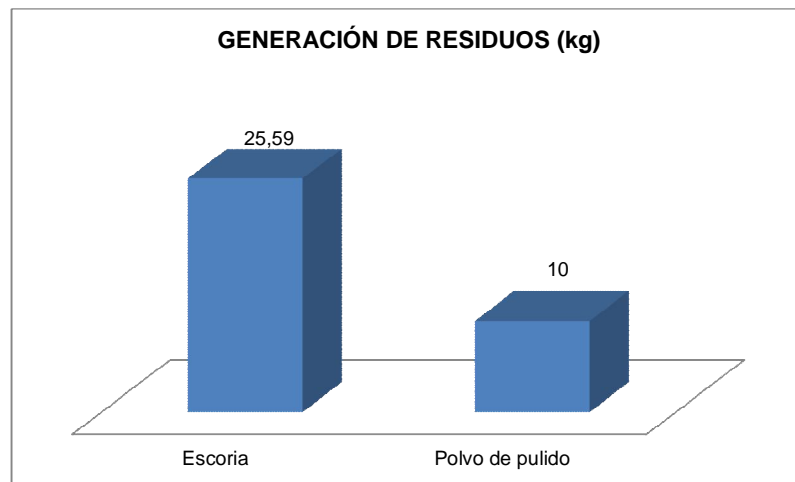


En el gráfico 6, se observa que el consumo de arena sílice es el más representativo. Este material proviene de la explotación minera a cuyo proveedor se le desconoce su desempeño ambiental. La bentonita, de igual manera no se han evaluado los permisos, certificaciones y otros aspectos que demuestren el cumplimiento de la normatividad y acciones ambientales del proveedor. Todo lo anterior se debe a la dificultad de acceder a la información de los mismos.

Tanto en la tabla como en la gráfica el equipo que mayor cantidad de energía eléctrica consume es el horno de fundición, seguido de los compresores y la turbina de la granalladora.

5.3 RESIDUOS

Figura 11. Generación de residuos en la producción de 1 tonelada de chapeta



En cuanto a la generación de residuos para la producción de 1 tonelada de chapeta, la escoria se genera en mayor cantidad, aun siendo la que más se genera, no tiene un mayor impacto debido a que la materia prima utilizada es previamente seleccionada.

La escoria ha despertado interés por parte de las industrias cementeras, que buscan darle un mayor aprovechamiento antes de ser descartada, sin embargo se ha obstaculizado el proceso de reincorporar este residuo a los sistemas productivos por la baja cantidad generada.

Actualmente el polvo de pulido y la escoria se comercializan, además algunas industrias están haciendo pruebas o ensayos con estos residuos, a fin de incorporarlos en sus procesos.

6. DISPOSICIÓN FINAL DE LA CHAPETA 1922774 Rin Artillería (SSC19)

Los principales clientes de la Chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19), sustentan que este producto por ser material metálico (hierro) retorna a la cadena productiva, siendo fundido nuevamente en una industria de fundición.

Por otro lado, en el proceso productivo, cuando la chapeta es un producto no conforme o no cumple con los estándares de calidad, esta se ingresa nuevamente al proceso como material de retorno (se funde de nuevo) sirviendo de materia prima para cargar al horno.

7. RECOMENDACIONES

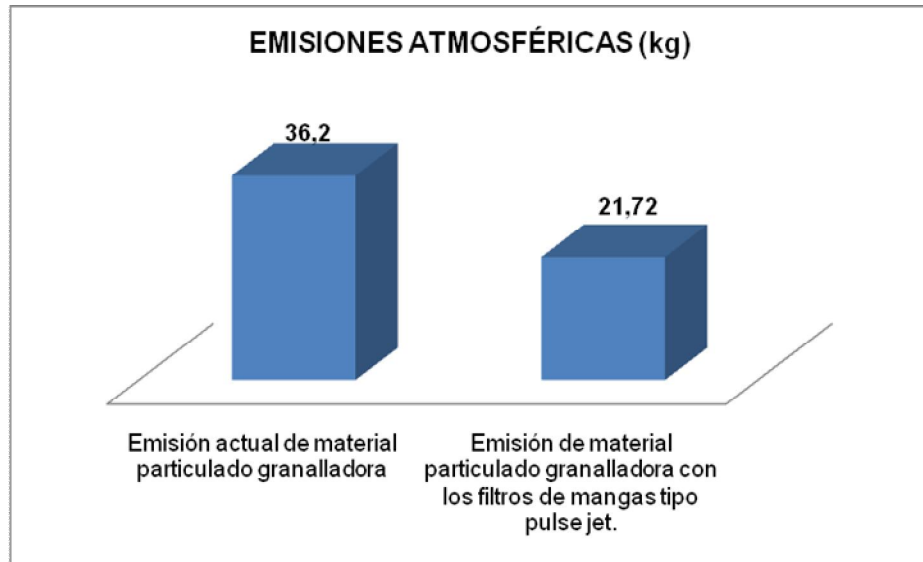
De acuerdo al análisis del ciclo de vida de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) los aspectos más significativos son el consumo de energía eléctrica, la emisión de material particulado derivado del proceso de granallado y el consumo de arena sílice. Es así como para estos aspectos se presentan las siguientes recomendaciones:

1. Implementar un sistema de filtro de mangas más eficiente como con el que cuenta ahora la granalladora. Un filtro de mangas con sistema de limpieza pulse jet que funciona con pulsos de aire comprimido en contracorriente. El aire sucio, cargado de partículas, ingresa por la tolva del equipo, donde cambia bruscamente de dirección y permite la caída de las partículas más pesadas. El flujo de aire alcanza la cámara de mangas donde es obligado a pasar a través de éstas desde su superficie exterior hacia el interior. Un sistema automático provee una señal secuencial para generar pulsos de aire comprimido en el sentido inverso a la circulación del flujo principal de aire, provocando una fuerte sacudida de la manga y el desprendimiento de las partículas retenidas en ella, las cuales caen hacia el fondo de la tolva por acción de la gravedad. El aire filtrado sale limpio del equipo.

Este sistema de limpieza continuo asegura un caudal de aspiración constante a lo largo de una jornada de trabajo diferenciándolo de otros filtros de limpieza intermitente que reducen su capacidad de aspiración durante su uso. Así mismo, este sistema de control tiene gran aplicación en la remoción de arenas en los procesos de fundición.

En este orden de ideas, con la instalación del sistema de control recomendado para la granalladora se puede disminuir en una cantidad del 14,48 kg la emisión de material particulado como se observa en la siguiente gráfica

Figura 12. Disminución de las emisiones atmosféricas con el sistema de control



2. Para disminuir el consumo de energía eléctrica se pueden controlar los tiempos de funcionamiento de las bandas transportadoras, es decir, solo prender las bandas que transportan el molde vaciado cuando se tenga una cantidad representativa de moldes con colada, ya que cuando no se ha vaciado la colada las bandas están en constante movimiento.
3. Para disminuir el consumo de arena sílice se tiene que evaluar el cambio de estandarización del proceso de preparación de arena, esto es a largo plazo. Por lo anterior se debe introducir los requisitos ambientales dentro del proceso de selección de proveedores, de manera que Sicolsa pueda tener influencia en el desempeño ambiental de los mismos mediante la revisión de los permisos, licencias ambientales y la evaluación periódica de su gestión ambiental. Esta mejora no solo se puede implementar con la arena sílice sino con las demás materias primas de origen mineral.

4. Se considera que la organización debe desarrollar un estudio detallado del destino final de la Chapeta para llevar a cabo un análisis de ciclo de vida más completo.

8. LIMITACIONES DEL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

- En el análisis de las entradas y las salidas del proceso productivo de la chapeta, debido a sus especificidades, ya que se fabrican diferentes piezas durante dicho proceso, lo que dificulta la identificación de los aspectos ambientales relacionados con la pieza en estudio.
- En la etapa de recopilación de los datos “la calidad de los datos es media” por la incertidumbre en la información recopilada a través de entrevistas realizada a los operarios o supervisores de planta, además de los supuestos requeridos en algunas partes del proceso productivo.
- En el cálculo de la emisión de ruido durante la producción de 1 tonelada de chapeta, pues los 70 Db emitidos por la granalladora de acuerdo a la medición de ruido ambiental realizada los días 30 y 31 de octubre de 2010, corresponden a todas las piezas granalladas. Por tal razón, no es posible calcular cuantos decibeles se emiten al granallar 1 tonelada de chapeta.

CONCLUSIONES

- El análisis de ciclo de vida es una herramienta de gestión ambiental que puede ser de suma utilidad para ayudar en la toma de decisiones por parte de quienes tienen a su cargo la dirección de las empresas.
- El ACV no sólo es un instrumento para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino un instrumento empresarial para reducir costos y generar cambios importantes en procura del mejoramiento continuo.
- El Análisis de ciclo de vida ACV, es una metodología poco conocida y poco aplicada en Colombia, lo que dificulta la investigación y la bibliografía para casos aplicados.
- Con el análisis de ciclo de vida de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19), se concluye que esta pieza para el sector automotriz, no constituye un impacto ambiental de gran magnitud que implique la adopción de medidas ambientales trascendentales, pues su grado de influencia se considera mínimo, de acuerdo a su composición y proceso de producción.
- De acuerdo al análisis del ciclo de vida de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) los aspectos más significativos son el consumo de energía eléctrica, la emisión de material particulado derivado del proceso de granallado y el consumo de arena sílice.
- Aunque el destino final de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) no se consideró dentro de la definición del objetivo y alcance del estudio, este no tiene implicaciones en el análisis de ciclo de vida puesto que el producto por ser un material metálico se retorna al proceso productivo sin causar mayor impacto ambiental por su disposición.

BIBLIOGRAFÍA

Guía de ecodiseño en el sector metalmecánico
http://www.ctme.es/catalogoXML/DAT_80_1182333898/GUIA_ECODISENNO.pdf

Life Cycle Assessment of Metallic Surface Coating Processes of Thermoplastics.
<http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v21n2/art08.pdf>

An Introduction to Life Cycle Analysis/Assessment (LCA). <http://www.srl.gatech.edu/education/.../LCA_intro.ppt>. Fecha de consulta: 06 de febrero de 2012.

Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2001. Guía Metodológica Estudio de Ciclo de Vida ECV. Gobierno de Chile. <<http://www.ingenieroambiental.com/index.php?pagina=2787>>. Fecha de consulta: 09 de noviembre de 2010.

Hoof Bart van, Monroy N, Saer A. 2008. Producción más Limpia, Paradigma de gestión ambiental.

Huella del carbono corporativa: una herramienta de gestión empresarial contra el cambio climático. Congreso Nacional del Medio Ambiente-Cumbre de desarrollo Sostenible. <<http://www.telecable.es/personales/jldomen1/.../artihuella%20carbono%20APG.p>>. Fecha de consulta: 01 de septiembre de 2011.

Monroy Nestor, Ramos JP, Saer A, Hoof BV. 2008. Introducción a la Producción Más Limpia. La Producción Más Limpia (PML). Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.

NTC ISO 14040:2007 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.

NTC ISO 14044:2007 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida.

Participación de ISAGEN en el Sistema Interconectado Nacional - SIN. <http://www.isagen.com.co/metalnst.jsp?rsc=infoIn_participacionSIN>. Fecha de consulta: 01 de septiembre de 2011.

Seminario. La Producción Más Limpia, 2008

Sicolsa, 2010, Capacidad. <http://www.sicolsa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=9&lang=es>. Fecha de Consulta: Agosto 28 de 2010.