ANÁLISIS DE CICLO DE VIDADEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA HEBILLA, REFERENCIA H0788-12 EN LA EMPRESA FANTAXIAS SAS.

MILDRED CECILIA OSORIO CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2014

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDADEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA HEBILLA, REFERENCIA H0788-12 EN LA EMPRESA FANTAXIAS SAS.

MILDRED CECILIA OSORIO CASTAÑEDA

Trabajo de aplicación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Ambiental. Modalidad profundización

Director:
CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA
Magíster en Ingeniería Química

Co-Director
ALEXANDER MENESES
Ingeniero Químico, MSc.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2014

DEDICATORIA

A mi hijo, mi hermana y mi papá, por su apoyo incondicional
A mi tío Gabriel Alejandro por su ayuda desinteresada

AGRADECIMIENTOS

- A **CRISÓSTOMO BARAJAS,** por la confianza, la guía y el apoyo para hacer posible la culminación de este proyecto.
- A la doctora **PAOLA MARADEI**, por la dedicación y tiempo en la dirección de este proyecto en la etapa inicial, ya que desde ahí se desprendió todo el estudio, y fue la guía que hizo posible este proyecto. Por el gran aporte de sus conocimientos en ingeniería, para desarrollar el inventario y así lograr introducir los datos al software SimaPro. Además, su visión hizo posible la creación de la propuesta de tratamiento de lodos.
- Al Doctor **ALEXANDER MENESES**, quien direccionó el proyecto en la aplicación de ACV, análisis de los datos y por la dedicación para hacer de éste, un mejor proyecto.
- Al doctor **ISRAEL HERRERA**, por la asesoría y el tiempo que invirtió en la revisión de la propuesta y el análisis de los datos en la fase inicial del proyecto.
- A la doctora **PAOLA ACEVEDO**, por el apoyo brindado en la asesoría para el ingreso de datos al software SimaPro, en la etapa inicial del proyecto.
- A la empresa **FANTAXIAS SAS.**, en cabeza del gerente, al coordinador de calidad y su equipo de trabajo, quienes apoyaron en tiempo, información y espacio, para el desarrollo de este proyecto.
- A la empresa **TRG/ALB**, en cabeza de los doctores, **DIEGO ARMANDO Y LUIS ARMANDO LEÓN,** por su apoyo incondicional, por permitirme el espacio para mejorar mi perfil profesional, aumentando mis competencias laborales. También a mis compañeras por el apoyo en los turnos de trabajo.
- A la **UIS**, especialmente al Doctor **HUMBERTO ESCALANTE**, quien con su dedicación y amor por la maestría encaminó y ayudó en todas la etapas que hicieron posible culminar el logro académico que representa la maestría en Ingeniería Ambiental.
- A los ingenieros químicos **SILVIA PATRICIA ESTÉVEZ DUARTE y FABIO ALEJANDRO VELANDIA FLÓREZ,** en la elaboración de los balances de masas, en su calidad de estudiantes para el desarrollo de la tesis de pregrado.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 17
1. PRINCIPIOS ORIENTADORES DEL ESTUDIO: JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 19
1.1 JUSTIFICACIÓN 19
1.2 HIPÓTESIS 20
1.3 OBJETIVOS 20
1.3.1 Objetivo General 20
1.3.2 Objetivos Específicos 20
2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA 21
2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA 21
2.1.1 Ubicación 21
2.1.2 Reseña Histórica 21
2.1.3 Productos o servicios 22
2.1.4 Clientes 22
2.2 PROCESOS Y TECNOLOGÍAS 23
2.3 SECTOR METALMECÁNICO EN SANTANDER 23
2.4 PROCESO PRODUCTIVO 24
2.5 GESTIÓN AMBIENTAL EN FANTAXIAS SAS. 24
3. MARCO TEÓRICO 26
3.1 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA 26
3.1.1 Definición de Objetivos y Campo de Estudio 27
3.1.2 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV) 27
3.1.3 Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (EICV) 28
3.1.3.1 Software utilizado en la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida 28
3.1.3.2 Métodos de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida 29
3.1.4 Interpretación del Ciclo de Vida 29
3.2 OTRAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 29

3.3 REQUISITOS LEGALES....29
4. ESTADO DEL ARTE....30
5. DISEÑO METODOLÓGICO....34
6. RESULTADOS. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA ACV EN EL CASO DE ESTUDIO....40
6.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO....40
6.1.1 Objetivo del Estudio....40
6.1.2 Definición del Alcance del ACV....40
6.1.3 Limites del Sistema....41
6.1.4 Tipos y Fuentes de Datos....49
6.1.5 Requisitos de Calidad y Fuentes de Datos....49
6.1.6 Datos de Laboratorio, de Campo y Datos Calculados....50
6.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)....60
6.2.1 Principales Hipótesis y Limitaciones....60
6.2.2 Entradas y salidas para el Balance de Masa y Energía....61
6.2.3 Caracterización de los Flujos Elementales....62
6.2.4 Criterios de Asignación en Procesos Multifuncionales....62
6.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO DE CICLO DE VIDA....62
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS....64
7.1 ANÁLISIS GENERAL DEL CICLO DE VIDA COMPLETO - HEBILLA TERMINADA CON ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA....64
7.2 ACV DE LA HEBILLA TERMINADA ENFOCADA EN LA PUERTA DE LA EMPRESA....68
7.3 ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD GENERAL....73
7.4 ASPECTOS ADICIONALES DEL ANÁLISIS AMBIENTAL....78
8. CONCLUSIONES....80
9. RECOMENDACIONES....82
REFERENCIAS....83
BIBLIOGRAFÍA....87

ANEXOS.....90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la aleación ZAMAK. 24
Tabla 2. Resumen de objetivos, fases, actividades y descripciones. 35
Tabla 3. Subprocesos asociados a la fabricación de la hebilla vs materia prima y principales insumos equipos utilizados. 46
Tabla 4. Inclusión / exclusión en cada proceso vs justificación. 48
Tabla 5. Corrientes subproceso de elaboración del molde. 51
Tabla 6. Corrientes subproceso fundición. 52
Tabla 7. Corrientes subproceso pulido. 52
Tabla 8. Corrientes subproceso montaje del pin. 53
Tabla 9. Corrientes subproceso acabado con baños de recubrimiento electrolítico. 54
Tabla 10. Corrientes subproceso Empacado y distribución. 55
Tabla 11. Caracterización de vertimientos del subproceso de pulido. 56
Tabla 12. Concentración de metales en efluentes baños electrolíticos. 56
Tabla 13. Concentración de cianuro, grasas-aceites y valor de pH de efluentes baños electrolíticos. 57
Tabla 14. Medición de emisiones gaseosas de la combustión en horno de fundición. 57
Tabla 15. Medición niveles de ruido. 57
Tabla 16. Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente. 57
Tabla 17. Tipos de procesos: Creación de subprocesos y/o Materias primas y/o materiales vs fuente y observación. 58
Tabla 18. Comparación contribución de proceso hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento lodos. 76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa.....21
Figura 2. Fotografía de la empresa **Fantaxias SAS.** en la actualidad. 22
Figura 3. Mapa de subprocesos del proceso de producción. 23
Figura 4. Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de la hebilla H-788-12.....24
Figura 5. Diagrama de alcance de los ACV. 26
Figura 6. Estructura metodológica del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).....27
Figura 7. Procedimientos simplificados para el análisis del inventario. 28
Figura 8. Hebilla. 41
Figura 9. Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de la hebilla h-0788-12.....41
Figura 10. *Diagrama del subproceso de elaboración del molde para la fabricación de la hebilla.*.....42
Figura 11. *Diagrama del subproceso de fundición en la fabricación de la hebilla.* 43
Figura 12. *Diagrama del subproceso de pulido.*.....44
Figura 13. *Diagrama del subproceso de montaje del pin en la fabricación de la hebilla.* 44
Figura 14. *Diagrama del subproceso de baños de recubrimiento electrolítico en la fabricación de la hebilla.* 45
Figura 15. *Diagrama del subproceso empacado y distribución en la fabricación de la hebilla.*.....45
Figura 16. Red Molde hebilla terminada con adquisición de materias primas. 65
Figura 17. Caracterización hebilla terminada con adquisición de materias primas. 66
Figura 18. *Normalización hebilla terminada con adquisición de materias primas.* 67
Figura 19. Contribución hebilla terminada con adquisición de materias primas al 1%.....68
Figura 20. *Red Molde hebilla terminada sin adquisición de materia prima.* 69
Figura 21. *Caracterización hebilla terminada sin adquisición de materia prima.*...71
Figura 22. *Normalización hebilla terminada sin adquisición de materia prima.* 72
Figura 23. Contribución hebilla terminada sin adquisición de materia prima, visualizada al 3%. 72
Figura 24. *Red Molde hebilla terminada sin adquisición de materia prima y con tratamiento lodos.* 74
Figura 25. Caracterización hebilla terminada sin adquisición de materia prima Vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos. 74

Figura 26. Normalización hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos. 75
Figura 27. Contribución hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos, visualizada al 2%. 76
Figura 28. Contribución por proceso destrucción de la capa de ozono, visualizada al 2%, de la hebilla terminada sin adquisición de materias primas con tratamiento de lodos. 77
Figura 29. Contribución por proceso de la categoría respiratorio orgánico, visualizada al 2%, de la hebilla terminada sin adquisición de materias primas con tratamiento de lodos. 77
Figura 30. Evaluación del daño hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos. ..78
Figura 31. *Evaluación del daño normalización hebilla terminada sin adq. de M.P vs hebilla terminada sin adq. de M P con tto de lodos.* 78
Figura 32. Evaluación del daño puntuación única hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos 79

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A (Glosario).....90
ANEXO B (Características y enfoque principales métodos y software de la metodología) 98
ANEXO C (Requisitos legales).....100
ANEXO D (Límites Permisibles - TLV).....105
ANEXO E (Capturas proceso de ingreso de datos en SimaPro).....107
ANEXO F (Gráficas obtenidas del software SIMAPRO).....140

NOTACIÓN Y LISTADO DE ABREVIATURAS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
ACV-A	Análisis de Ciclo de Vida - Ambiental
ACV-S	Análisis de Ciclo de Vida - Social
CFC	Cloro Fluoro Carbonados
CO	Monóxido de Carbono
CO_2	Dióxido de Carbono
COPs	Compuestos Orgánicos Persistentes
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
CxHy	Hidrocarburos
EICV	Evaluación de Impactos de Ciclo de Vida
ICV	Inventario de Ciclo de Vida
ISO	International Organization for Standardization
NOx	Óxidos de Nitrógeno
NTC	Norma Técnica Colombiana
O_2	Oxigeno
PCI	Poder Calorífico Inferior
SO_2	Dióxido de Azufre
UV	Ultra Violeta

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA HEBILLA, REFERENCIA H0788-12 EN LA EMPRESA FANTAXIAS SAS[*].

AUTOR: Mildred Cecilia Osorio Castañeda[**]

PALABRAS CLAVE: ACV, ISO 14040, SimaPRO, IMPACT 2002+, ZAMAK, lodos, pulido y baños electrolíticos.

DESCRIPCIÓN: En este proyecto se realiza el análisis de ciclo de vida del proceso de elaboración de una hebilla en ZAMAK de la empresa Fantaxias SAS, que parte de un estudio de ACV por atributos, cuyo límite está definido de puerta a puerta. La fabricación comprende siete subprocesos que son: elaboración de molde, fundición, pulido, montaje, baños electrolíticos, empaque y distribución. Este estudio realizó dos escenarios de línea base, uno con adquisición de materias primas, otro sin adquisición y un tercer escenario alternativo con tratamiento de lodos. El primer escenario reveló que el subproceso de fundición era al más contaminante, esto debido a la extracción de la materia prima básica que es el Zinc; sin embargo, como la extracción está por fuera del límite del estudio, se decidió realizar otro escenario que excluye esta fase. El segundo escenario, sin adquisición de materias primas, muestra que el subproceso de montaje, que está compuesto por montaje y pulido, es el más contaminante por la generación de lodos del subproceso de pulido, indicando que el subproceso de baño electrolítico no es el más contaminante, como se asumió al inicio de este estudio. El escenario alternativo que se generó a partir de los resultados del segundo escenario, propone realizar un cambio tecnológico que supone el impacto final del proceso productivo si se realizara un tratamiento de lodos que da como resultado un impacto benéfico en el subproceso de montaje, ya que se genera un co-producto (abono orgánico) creando un seguro beneficio ambiental y un posible beneficio económico.

[*] Proyecto de grado

[**] Facultad: Ingenierías Físico-Químicas. Escuela: Ingeniería Química. Director: MSc. Crisóstomo Barajas Codirector: MSc. Alexander Meneses

ABSTRACT

TITLE: LIFE CYCLE ANALYSIS OF THE MANUFACTURING PROCESS OF BUCKLE, H0788-12 REFERENCE IN THE COMPANY FANTAXIAS SAS.[*]

AUTHOR: Mildred Cecilia Osorio Castañeda[**]

KEYWORDS: LCA, ISO 14040, SimaPRO, IMPACT 2002+, ZAMAK, slurry, polishing and plating baths.

CONTENT: In this project of life cycle analysis is performed a developing process of buckle in Zamak, for FANTAXIAS SAS., starts from an LCA study by attributes whose boundary is defined from door to door. Manufacturing includes seven threads, which are: mold development, casting, polishing, and assembly, plating baths, packaging and distribution. This study conducted two baseline scenarios, one with raw material purchase and other without, and a third alternative scenario with sludge treatment. The first scenario revealed that casting sub process was the most polluting, this due to the extraction of basic raw material (Zinc), however as the extraction is outside the limits of the study, it was decided to perform another scenario that excludes this phase. The second scenario, without acquisition of raw materials shows the assembly sub process, which consists of mounting and polishing, is the most polluting because the generations of sludge sub process grinding; indicating that the electrolytic bath sub process is not the most contaminant, as assumed at the beginning of this study. The alternative scenario that was generated from the results of the second scenario, proposed a technological change brought about the final impact of the production process if a sludge treatment resulting in a beneficial impact on the mounting sub process, generate as a co-product (compost) is generated by creating a safe environmental benefit and economic benefit.

[*] Draft Grade

[**] Faculty: Physical-Chemical Engineering. School: Chemical Engineering. Head teacher: MSc. Crisóstomo Barajas y MSc. Alexander Meneses

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha aumentado el interés por promover empresas sostenibles, centrándose en realizar aquellos cambios transformativos necesarios para asegurar que la generación actual y las generaciones futuras tengan la capacidad de cumplir con sus necesidades, logrando un equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental. Ese interés no es ajeno a las empresas del sector metalmecánico, cuyos problemas de contaminación ambiental hace necesaria la reducción de los impactos negativos provocados por la utilización de productos químicos, específicamente en el área de galvanotecnia, con el fin de promover la gestión ambiental de las empresas del sector.

Para logra una apropiada gestión ambiental, se recomienda el uso del **Análisis de Ciclo de Vida** (ACV) que permite identificar los mayores impactos ambientales dentro del ciclo de vida, para así optimizar en una etapa temprana, el comportamiento medio ambiental de un producto, como también evitar los desplazamientos en la cadena de suministro.

Debido a que el ACV considera todas las etapas posibles del ciclo de vida de un producto o servicio, se pueden llegar a conocer gran parte de los impactos ambientales asociados e identificar su origen y magnitud. De esta manera, se pueden determinar en qué áreas o procesos están las oportunidades para reducir los impactos ambientales y también descartar mejoras aparentes que no contribuyen a mejorar el problema sino a direccionarlo a otro lugar. Por lo tanto, el ACV contribuye brindando información de calidad, para la toma de decisiones sobre los patrones de producción y consumo, políticas y estrategias de gestión.

Entre los métodos conceptuales actuales, pueden destacarse cinco: ciclo de vida, ecodiseño, tecnología limpia, ecología industrial y gestión de la calidad ambiental total(1). Los conceptos mencionados son métodos para alcanzar un objetivo común, el desarrollo sostenible. Contrariamente, las herramientas tienen un uso más concreto, dar soporte a un determinado concepto suministrándole información cuantificable para alcanzar ese objetivo. Las herramientas deben tener un procedimiento de uso sistemático y de ser posible informativo (2).

En este contexto se presenta este trabajo de aplicación, que está dirigido específicamente a la empresa del sector metalmecánico, **Fantaxias SAS.**; su objetivo es la evaluación de los impactos ambientales potenciales en la fase de producción, en el proceso de fabricación de la Hebillas H0788-12, teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), definidos en la Norma Internacional NTC- ISO 14040/4:2007, teniendo presente que, en este proceso, no sólo se generan residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales, sino que también se consumen recursos naturales como

metales, agua y energía, además de la utilización de productos químicos asociados al proceso productivo.

Para este estudio se tuvo como base inicial el trabajo de grado “Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa Fantaxias SAS”, elaborado por estudiante de pregrado de la escuela de ingeniería química

En cuanto a los impactos relevantes de este estudio, se señala: en el ámbito científico ó de investigación, servirá de base en estudios posteriores donde se fabriquen hebillas de forma similar; en el ámbito social, llegar a ser una empresa sostenible; en el contorno ambiental, se logró la identificación de puntos débiles en el proceso de fabricación de hebilla con el objetivo de mejorar el desempeño ambiental, siempre y cuando se desarrolle el cambio tecnológico planteado.

1. PRINCIPIOS ORIENTADORES DEL ESTUDIO: JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.1 JUSTIFICACIÓN

La competitividad de la industria colombiana, en especial el de la industria metalmecánica, presenta entre sus múltiples retos, el poder desarrollar esquemas de productividad asociados a una gestión ambiental conjunta, que dé cumplimiento a la constitución política de 1991 y a la legislación ambiental vigente, para lo cual se han diseñado guías de buenas prácticas para el sector galvanotecnia (3).

En los últimos años, la gestión ambiental en las empresas del sector metalmecánico se ha orientado en esencia, al establecimiento de instrumentos que promuevan la reconversión industrial y la optimización de prácticas productivas para lograr procesos eficientes que minimicen la generación de residuos en el sitio(4), lo que se denomina gestión ambiental basada en el sitio y se realiza aplicando la norma ISO 14001.No obstante, la ONU recomienda desde 1994 que, para discutir y valorar la gestión ambiental, se aplique el enfoque de gestión del ciclo de vida. Desde entonces se tiene el enfoque que ofrece la denominada metodología ACV, que se considera la única perspectiva de análisis que salvaguarda en sentido estricto la noción de sostenibilidad (5)**.**

Es innegable que la industria colombiana mejoró de manera notable su desempeño ambiental durante los últimos años, según se evidencia al revisar los datos de monitoreo ambiental recolectados por las autoridades ambientales urbanas y regionales (6).

En el caso específico de la planta industrial de la empresa **Fantaxias SAS.** se observa la falta de cuantificación de los impactos ambientales en cada una de las etapas de los procesos y distintas líneas de productos, como es el caso de la hebilla h-0788-12.Por lo tanto, es necesario conocer, evaluar y cuantificar los daños ambientales que se causan en este sistema producto. Para ello se propone, en el desarrollo del presente trabajo, utilizar la metodología del ACV con el fin de orientaren la toma de decisiones y proponer alternativas de mejoras en la gestión ambiental de la empresa **Fantaxias SAS.**

Para ello, la evaluación de los impactos ambientales potenciales se desarrollará utilizando un enfoque de ACV simplificado “Puerta a Puerta”, con el fin de centrar la atención sobre aquellos aspectos de producción (materias primas, residuos, desechos etc.) sobre los cuales la empresa tiene control inmediato (7).

En síntesis, el presente estudio se justifica en la medida en que un ACV no es incompatible con los enfoques de gestión ambiental basados en el sitio y, por el contrario, ofrece mayor complementariedad y cobertura, de tal manera que puede servir como punto de partida para establecer las bases para la gestión ambiental de la empresa **Fantaxias SAS.** con una visión más amplia, una visión orientada a la prevención de los efectos de la contaminación industrial, la minimización de residuos, e incluso al rediseño de productos para reducir la contaminación asociada a su fabricación.

1.2 HIPÓTESIS

Un preconcepto en las empresas metalmecánicas que tienen dentro de su proceso productivo el área de galvanoplastia, es que el subproceso de baños electrolíticos es el más contaminante, por el uso de químicos a base de cianuro. Una evaluación de impacto ambiental a través de la aplicación de la metodología de ACV por atributos, a la fabricación de una hebilla H 0788-12 en la empresa **Fantaxias SAS.**, permitirá confirmar o descartar la validez de este preconcepto.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales potenciales, por etapas y globales asociados al proceso de la fabricación de la hebilla H0788-12, en aleación de ZAMAK de la empresa **Fantaxias SAS.**, a través de la aplicación de la metodología del ACV, Puerta a Puerta, bajo la Norma Internacional NTC - ISO 14040:2007.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir el enfoque y los elementos de aplicación de la metodología ACV en el caso de estudio, a través de una revisión crítica del estado del arte.
- Identificar las etapas del ciclo de vida más críticas y los impactos ambientales significativos sobre los cuales la empresa pueda ejercer un mayor control dentro de la frontera del proceso productivo.
- Proponer y evaluar conceptualmente un cambio tecnológico de acuerdo a los resultados, a través de un análisis de sensibilidad para determinar el efecto que pueda generar este cambio en algún subproceso identificado como ambientalmente relevante.

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

2.1.1 Ubicación

La empresa **Fantaxias SAS**, se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, Santander, en la calle 28 # 6 – 56, barrio Girardot (ver figura 1). La estructura administrativa y operativa se compone de 130 puestos de trabajo en los que se desarrollan operaciones en diversos sitios de trabajo.

Figura 1. *Ubicación de la empresa.*

Fuente: *Google maps*

2.1.2 Reseña Histórica

Fantaxias SAS.(ver Figura 2) es una sociedad privada, del tipo Sociedad Anónima Simplificada, que se creó en 1989, se encuentra certificada en la norma NTC-ISO 9001 por SGS (Société Générale de Surveillance) desde el año 2003 y se encuentra en proceso de implantar las normas NTC-ISO 14000 y NTC-ISO 18000.

***Figura 2**. Fotografía de la empresa **Fantaxias SAS.** en la actualidad.*

***Fuente:** Google maps.*

2.1.3 Productos o servicios

Los productos ofrecidos por la empresa **Fantaxías SAS** son principalmente hebillas, herrajes, botones, ferreterías, artículos publicitarios, artículos decorativos, conmemorativos, productos industriales, como bisagras, tuercas, llaves, etc. El 40% de la producción total de la empresa se orienta a la línea de herrajes decorativos, para los cuales se usa la aleación de ZAMAK como materia prima principal.

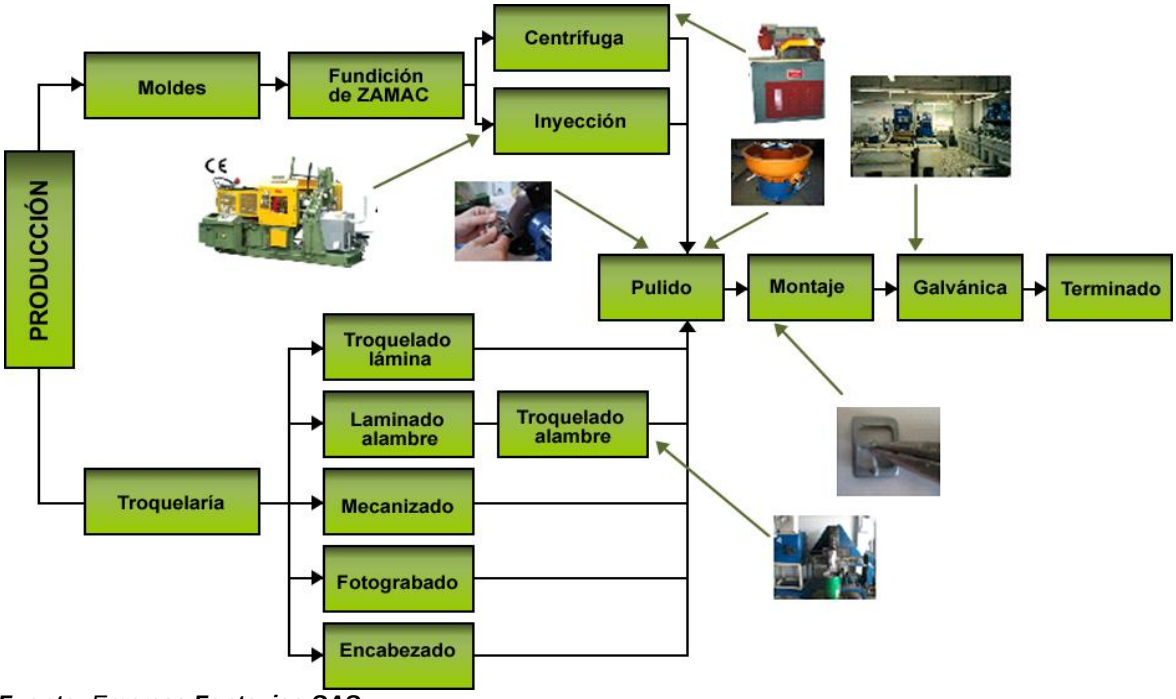
2.1.4 Clientes

La empresa **Fantaxias SAS.** ofrece servicios a nivel local y nacional. También a nivel internacional, incursionando en mercados de Guatemala, Costa Rica, República Dominicana, México, Chile y Venezuela. Sus principales clientes están constituidos por empresas dedicadas a la industria de la moda.

2.2 PROCESOS Y TECNOLOGÍAS

Dentro de los procesos gestionados en la empresa se encuentran los procesos productivos que corresponden a los procesos de fabricación. El proceso de producción comprende subprocesos productivos generales y específicos acorde con los diferentes productos que elabora la empresa Fantaxias SAS. La secuencia e interacción entre los diferentes procesos que confluyen en las actividades de producción son mostradas en la Figura 3.

Figura 3. *Mapa de subprocesos del proceso de producción.*



Fuente: *Empresa* ***Fantaxias SAS.***

2.3 SECTOR METALMECÁNICO EN SANTANDER

El nivel de desarrollo y experiencia alcanzado por las empresas metalmecánicas de la zona ha permitido la integración con otras regiones a nivel nacional y el ingreso a mercados internacionales. La tendencia del sector metalmecánico es de crecimiento, debido a que en Bucaramanga existe un promedio moderado de conformación de nuevas empresas; de hecho 44% de sus empresas, registran edades entre sólo 0 y 5 años. Para el caso particular de la empresa Fantaxias SAS., esta hace parte del 9,5% de empresas del sector que tienen más de 23 años de operaciones (9).

2.4 PROCESO PRODUCTIVO

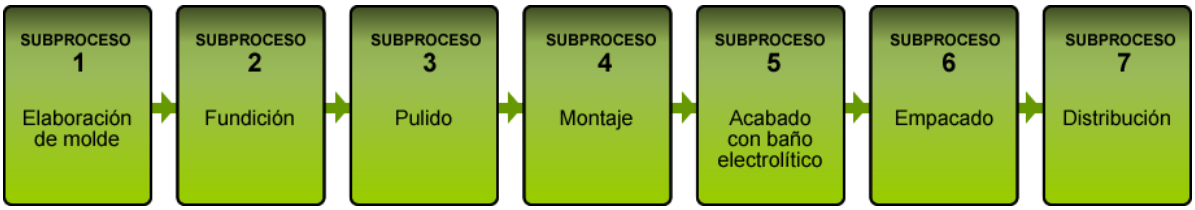
El proceso productivo del sector metalmecánico se fundamenta en la implementación de procesos de recubrimientos electrolíticos o químicos, para los cuales se depositan, por vía electroquímica, finas capas de metal sobre la superficie de una pieza sumergida en una solución de iones metálicos o electrolito. En este estudio se revisa el proceso de la elaboración de la hebilla h-0788-12 con aleación de ZAMAK, cuya composición química de la aleación se presenta en la tabla 2.

Tabla 1. *Composición química de la aleación ZAMAK.*

Al	Cu	Zn	Mg
4%p	2,6%p	93%p	0,4%p

Este proceso opera en siete sub procesos de producción que son: elaboración del molde, fundición, pulido, montaje, acabados con baños electrolíticos, empacados y distribución (ver anexo 1). En la Figura 4 se muestra el diagrama general del proceso de fabricación de la hebilla H-788-12.

Figura 4*. Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de la hebilla H-788-12.*



Para la fabricación final de la hebilla se requiere de dos subproductos que son obtenidos por separado: la hebilla, elaborada en el subproceso de fundición y el pin de hierro, que se le agrega en el subproceso de montaje, para obtener la hebilla armada que pasa luego al subproceso de acabado con baño electrolítico.

2.5 GESTIÓN AMBIENTAL EN FANTAXIAS SAS.

La estrategia de la empresa en cuanto a la gestión ambiental, radica en la identificación de aspectos e impactos en la utilización de materia prima y los procesos realizados para la obtención de los productos; específicamente, los impactos generados en la utilización de ZAMAK para la elaboración de hebillas o productos: emisiones atmosféricas originadas en los procesos de combustión de los hornos, en el subprocesos de fundición, etc.; aguas residuales procedentes del subproceso de galvanizado; residuos de mantenimiento de la maquinaria: aceites,

lubricantes, envases, etc.; restos de chatarra, virutas, polvo metálico del subproceso de pulido; generación de ruido (subprocesos de pulido con vibradora y horno); polvo de lijado y pulido, así como ruido generado por dicha actividad y por la aspiración de partículas; consumo de electricidad y productos químicos; generación de residuos peligrosos procedentes de envases de reactivos químicos y cartones; contaminación por lodos de baños y lodos de depuradora fisicoquímica; generación de elevado volumen de agua residual contaminada con agentes tóxicos procedentes de los baños agotados y los enjuagues de los baños; emisiones de compuestos orgánicos volátiles en la etapa de barnizado, pintura y desengrase.

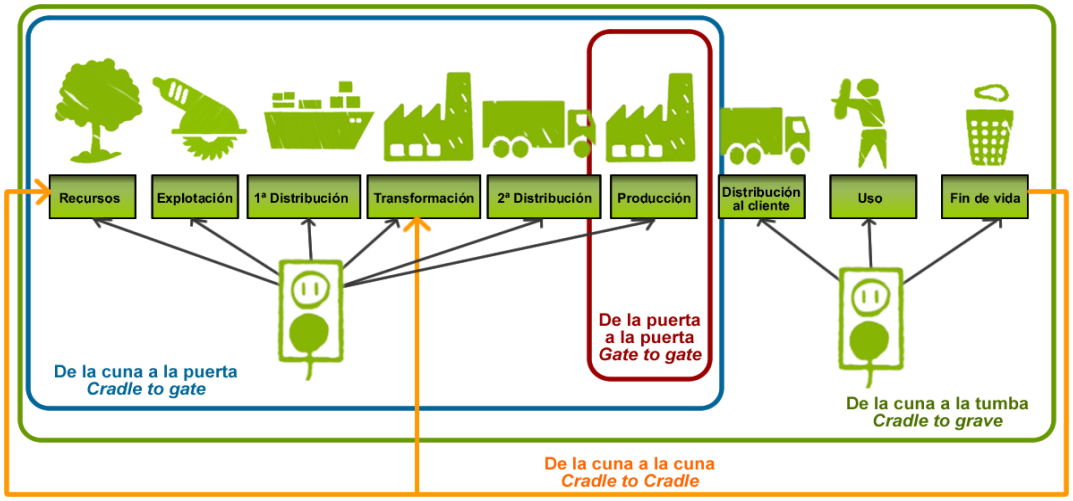
De la misma manera, se realizaron varios estudios en pro del mejoramiento de los procesos productivos como son los estudios de alternativas de producción más limpia en donde se evaluaron las alternativas de lavado en cascada, lavador de gases de chimeneas, extractor de polvos, etc. Caso específico, en el año 2007, se realizó un diseño de alternativas para la oxidación de cianuros y remoción de metales presentes en los efluentes de la empresa de electro-recubrimientos **Fantaxias SAS.** Esta experiencia inicial determinó desarrollar en el corto plazo nuevos procesos orientados a instalar un lavado estanco entre el desengrase y el enjuague y la implementación de un lavado en cascada. Se buscaba con lo anterior una propuesta de mejoramiento del proceso de producción, recuperar las pérdidas de evaporación cuando los desengrasantes trabajan a más de 40°C, evitándose, en consecuencia, la contaminación en los baños siguientes(10).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El ACV es un método analítico que contempla y hace una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida (11). Una de las tipologías más utilizadas en la metodología se refiere al alcance de las fronteras del sistema objeto de estudio, según la cual se identifican estudios ACV de la cuna a la tumba (12; 13), ACV de la cuna a la puerta y ACV puerta a la puerta (11) tal como se refleja en la figura 5. Una aclaración más detallada de los términos comúnmente usados en la metodología ACV puede revisarse en el Anexo 1.

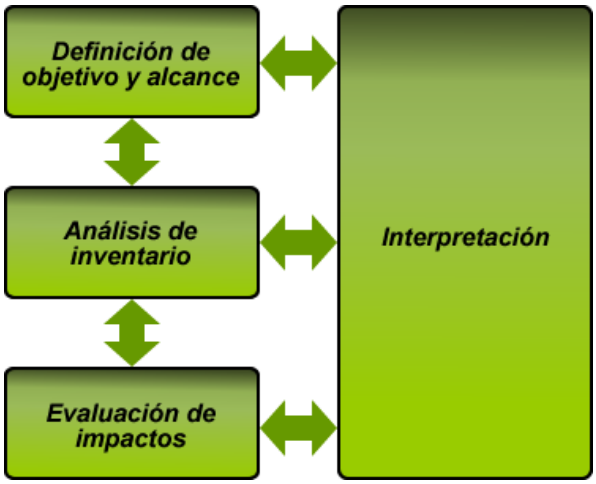
Figura 5. *Diagrama de alcance de los ACV.*



Fuente: *Terminología relacionada con el alcance de un ACV según IHOB (2009).*

El ACV sigue, de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 14040, las etapas metodológicas descritas en la figura 6, cuyo desarrollo aplicable a este estudio, se presenta en el capítulo 6. No obstante, a continuación se realiza una breve descripción teórica de cada una de las etapas consideradas por ACV.

***Figura 6**. Estructura metodológica del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).*



Fuente: Fases metodológica del Análisis de Ciclo de Vida según la norma ISO 14040 (2006).

3.1.1 Definición de Objetivos y Campo de Estudio

En la definición de objetivos se debe tener en cuenta la aplicación prevista, las razones para realizar el estudio, el público previsto y si se pretende utilizar los resultados en aseveraciones comparativas previstas para su divulgación en público (12).

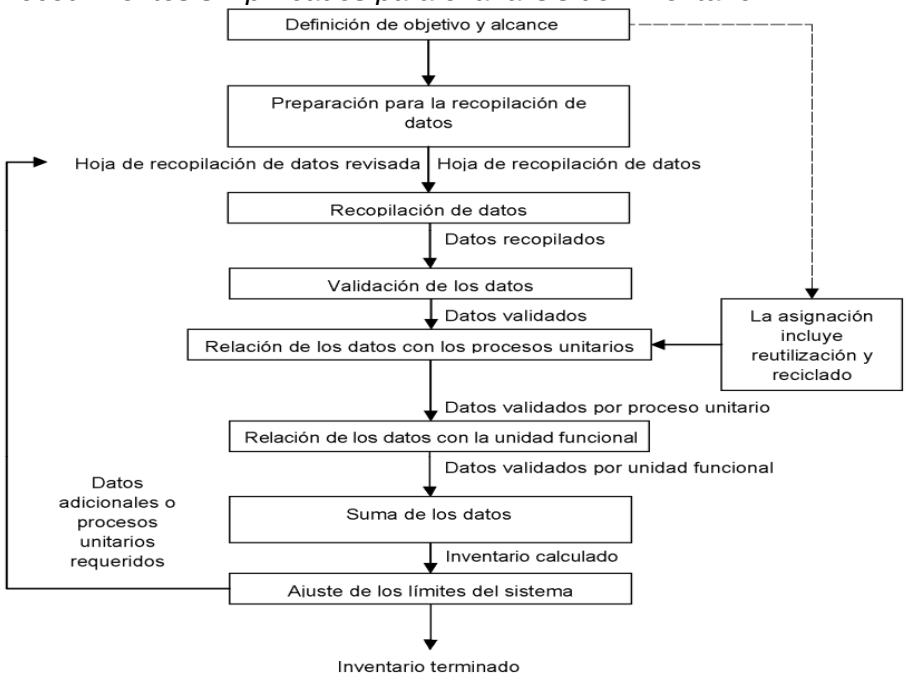
En general, para la definición del alcance, se deben asumir los siguientes parámetros: el sistema del producto a estudiar, función y unidad funcional, los límites del sistema, los procedimientos de asignación, la metodología de la EICV, los tipos de impactos, la interpretación a utilizar, los requisitos relativos a los datos, las suposiciones, los juicios de valor, los elementos opcionales, las limitaciones, los requisitos de calidad de los datos, el tipo de revisión crítica, y el tipo y formato del informe requerido para el estudio (12).Para ampliar la terminología ver Anexo 1. (Glosario).

3.1.2 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV)

La definición del objetivo y el alcance proporcionan el plan inicial para realizar la fase del ICV. Cuando se ejecuta el ICV se deberían efectuar los pasos que se describe en la figura 7, (ubicada en la página siguiente).Sin embargo, para asegurar una comprensión uniforme y coherente del sistema del producto a modelar, se deberían incluir las siguientes medidas: Elaborar diagramas de flujo de procesos no específicos que describan todos los procesos unitarios a modelar, incluyendo sus interrelaciones, describir cada proceso unitario de los factores que

influyen en las entradas y salidas, describir las técnicas de recopilación de datos y cálculos necesarios para todos los datos, etc.

Figura 7. *Procedimientos simplificados para el análisis del inventario.*



Fuente: *ISO 14044 p 13.*

3.1.3 Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (EICV)

El enfoque del EICV se basa en una unidad funcional, en donde se incluye la recopilación de resultados de indicadores para las diferentes categorías de impacto, que representan el perfil de la EICV para el sistema del producto, y está constituido por elementos obligatorios y opcionales, que son: categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización; asignación de resultados del ICV a las categorías de impacto seleccionada y cálculo de los resultados de indicadores de categoría(12). En la actualidad, la realización del EICV es asistido por herramientas computacionales y bases de datos de procesos y productos con información ambiental relativa a uso de recursos y generación de desechos y emisiones, de acuerdo a promedios regionales y mundiales de la industria vigente. A continuación se describen algunos de estos aspectos:

3.1.3.1 Software utilizado en la Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida

SimaPro (PRé consultants), con más de mil usuarios en 80 países es el software de ACV más exitoso en el mundo (14), pero existe una amplia variedad de software, entre los que se incluyen GaBi (IKP), LCAiT (Chalmers), Umberto

(IFEU), TEAM (ecobilan group), cuyos detalles se documentan en el Anexo 2. En este estudio se utilizó SimaPro, cuya licencia educacional está disponible en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Una de las ventajas principales de utilizar esta herramienta es la vinculación de la herramienta de inventariado con las principales bases de datos ambientales: BUWAL 250, Ecoinvent, Idemat, ETH-ESU, Database (ELCD) y GaBi Database entre otras.

3.1.3.2 Métodos de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida

En el ACV se utilizan varios métodos de evaluación de ICV; cada evaluación incluye diferentes categorías de impacto y metodologías para su evaluación. Dentro de los principales métodos que se utilizan: CML 1992, ECO-INDICADOR-99, IMPACT 2002+ etc. (Ver Anexo 2, donde se observan características y enfoques de los principales métodos).

3.1.4 Interpretación del Ciclo de Vida

En esta etapa se procede a analizar los resultados obtenidos en las etapas de inventario y de evaluación de impactos, de acuerdo a estrategias recomendadas por la metodología: análisis de caracterización, análisis de normalización, ponderación, análisis de sensibilidad, análisis consecuencial, algunos de los cuales son obligatorios y otros facultativos, principalmente a criterio del alcance del estudio (15).

3.2 OTRAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Adicional a las categorías de impactos a evaluar, en este estudio se concede un apartado especial a la variable ruido (concepto de ruido se define en el anexo 1), por las implicaciones legales (Anexo 3 Requisitos legales) y también debido a que es un impacto relevante para los operarios que trabajan en este tipo de industrias.

3.3 REQUISITOS LEGALES

Este trabajo es importante porque está amparado en la legislación colombiana, tal como nos muestra el anexo 3 los requisitos legales y en el anexo 4, se presentan los TLV’s (Threshold limit value de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)) límites Umbral. Ver la definición en el anexo 1. (Glosario).

4. ESTADO DEL ARTE

Para realizar el estado del arte y la evaluación del impacto ambiental de la fabricación de la hebilla H0788-12, se debe contextualizar respecto a la materia prima básica del herraje. El ZAMAK es una aleación formada principalmente por zinc, en un 93% normal mente, su nombre es el acrónimo de las letras de sus componentes en alemán, Z-Zinc, A-Aluminum, MA-Magnesium& K-Kopper (zinc, aluminio, magnesio y cobre), fue desarrollado por primera vez durante los años 1920s y existen diferentes composiciones de las aleaciones, aunque la más común es el ZAMAK 3 (16). Las aleaciones de la serie ZAMAK se usan para fundir pequeños y grandes componentes, con grosores mínimos de 1 mm o incluso 0.3 mm dependiendo de la aleación (17). Ya que el Zinc es el principal componente del herraje, se realizó una búsqueda de ACV de ese metal.

En China, un estudio ACV de los procesos de refinado de zinchidro y pirometalúrgicos, tuvo en cuenta cinco categorías de impacto ambiental: el consumo energético, emisión de gases de efecto invernadero, lluvia ácida, metales pesados y desechos sólidos. Para la evaluación emplearon el método de evaluación de impactos Eco-indicator 95, y en el estudio compararon dos métodos de refinado del zinc, los procesos hidrometalúrgico y pirometalúrgico. Los resultados del caso, fueron que el proceso hidrometalúrgico tiene un menor impacto en calentamiento global y mayor en cantidad de energía requerida y potencial de acidificación (18).

Otro caso de estudio de ACV para este tipo de material, muestra que los mayores impactos ambientales en el refinado del zinc, se encuentran en cinco aspectos: consumo energético, gases de efecto invernadero, lluvia ácida, metales pesados y residuos sólidos (19).

Dado que en la empresa Fantaxias SAS. se realizan recubrimientos electrolíticos, la búsqueda bibliográfica se orientó a buscar estudios ACV similares que permitieran mayor información sobre este proceso específico o procesos afines. Los principales hallazgos de esta revisión de la literatura se resumen a continuación:

En una de las múltiples estrategias de la Unión Europea que promueven el cambio tecnológico, se realizó un estudio de ACV para comparar las tecnologías de galvanoplastia húmeda, con varios procesos secos, usando el software SimaPro 7.1.7.Seemplean para la investigación los métodos, ECO-Indicator-99 e Impact 2002+. La comparación se realizó entre los procesos de galvanoplastia en húmedo, plasma, arco de alambre gemelo, HVOF y pulverización en frío. El estudio concluye que los resultados de los métodos ECO-Indicator-99 e Impact2002+ empleados, tienen resultados diferentes y, en ocasiones,

contradictorios. También afirma que en términos generales, los procesos de recubrimientos con pulverización en frío y galvanoplastia en húmedo, tienen un impacto potencial similar en la salud humana. La posibilidad de daños a los ecosistemas es casi igual, para la galvanoplastia en húmedo, HVOF y pulverización en frío, si bien es más alta para el plasma y el arco de alambre gemelo. El arco de alambre gemelo y galvanoplastia en húmedo, tienen un impacto mucho menor sobre los recursos en comparación con HVOF, plasma y pulverización en frío (20).

En 2010 se realizó un ACV relativo a los procesos de recubrimientos metálicos de termoplásticos, en donde se evaluó el impacto ambiental de los procesos industriales destinados a los recubrimientos metálicos de materiales termoplásticos más empleados en la industria. Entre estos se considera el revestimiento con pintura conductora, la deposición química y la deposición a alto vacío. Para realizar el ACV emplearon el software SimaProv7.0 y evaluaron las categorías de eutrofización, acidificación, oxidación troposférica fotoquímica, toxicidad humana, calentamiento global y agotamiento de recursos fósiles. Se compararon tres tecnologías, pintura conductora, deposición química y alto vacío. De los tres evaluados el que genera mayor impacto es el recubrimiento con pintura conductora y el alto vacío produce el menor impacto de los tres (21).

De manera similar, para la producción de productos similares a los de la empresa Fantaxias SAS., se encontraron los siguientes documentos sobre estudios ACV, aplicados en empresas con procesos productivos equivalentes o similares:

El Instituto Tecnológico Metalmecánico (AIMME) encargado de evaluar el sector español de ferreterías y herrajes, realizó un ACV comparativo de tres tiradores de baños usando la metodología CML 2001 y el software GABI 4. Las categorías de impacto consideradas fueron: agotamiento de recursos abióticos, calentamiento global, destrucción de la capa de ozono, acidificación y eutrofización. Las conclusiones del estudio indicaron que, aunque son tiradores diferentes en geometría y procesos productivos, los impactos eran equivalentes y tenían máximos y mínimos en las mismas categorías. Las conclusiones del estudio indican que el tirador 3, que tiene menor peso y materia prima, también es el que menor impacto genera de los tres. Esta investigación propone un escenario de mejoras que muestran que se puede lograr un mejor desempeño ambiental, sin reducir la calidad del producto. Las mejoras propuestas fueron: la sustitución de aluminio primario por aluminio reciclado, que puede reducir el impacto ambiental hasta un 53%; la reducción del volumen del producto hasta un 14% supone un mayor aprovechamiento de la carga a la hora de realizar el transporte; la aplicación de eficiencia energética permite reducir los impactos ambientales hasta un 10%; y la disminución del peso de la pieza puede reducir los impactos hasta un 50% (22).

En el trabajo de grado para obtener el título de especialista, las ingenieras Natalia Castaño y Enedy Marin, realizaron un ACV por atributos de la fabricación de la chapeta 1922774 para la siderúrgica colombiana SICOLSA S.A. Los impactos que tuvieron en cuenta fueron: contaminación atmosférica, acidificación, calentamiento global, agotamiento del suelo, agotamiento de los recursos naturales y contaminación del suelo. El resultado obtenido de la investigación del ACV de la chapeta 1922774 Rin Artillería (SSC19) muestra que los factores que más impactan son, el consumo de energía eléctrica, la emisión de material particulado derivado del proceso de granallado y el consumo de arena sílice (23).

Además de los ACV, para este estudio se considera importante mencionar estudios referentes al tratamiento de contaminantes conocidos, de este tipo de industria, por lo que se mencionan los siguientes:

En la empresa Fantaxias SAS. se ha desarrollado una serie de investigaciones, realizadas por estudiantes de la UIS con el ánimo de mejorar el desempeño ambiental que tienen actualmente. Uno de estos proyectos, realizado por la ingeniera María Carolina Ruiz Cañas, buscaba tecnologías para el tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de pulido en masa, y encontró que los lodos del proceso pulimiento de piezas, exceden la normatividad ambiental en los parámetros de cantidad de Zn (74,84 mg/l), Al (418,5 mg/l) y Cu (103,14 mg/l) en un 748,4%, 8370% y 3438% respectivamente. Las aguas residuales superan los estándares de regulación en 15 veces para el parámetro turbiedad, 1.27 para pH y 1.2 para conductividad. El estudio encontró que este residuo puede tratarse con la tecnología de precipitación química, usando como coagulante sulfato de aluminio en una concentración de 812.5 g/cm^3, consiguió una remoción del 94.73% de los sólidos suspendidos. También realizó un diseño básico de ingeniería a partir de la evaluación experimental de lodos producidos, caudal de aguas residuales, pruebas de precipitación a nivel industrial y de laboratorio, utilizando los criterios de diseño: carga superficial, velocidad horizontal de sedimentación, tiempo mínimo de sedimentación, relaciones largo - profundidad y largo – ancho. La investigación concluye que los residuos de lodos producidos son importantes y que con tratamientos de precipitación química que es ampliamente conocido, se pueden mejorar el desempeño ambiental de la empresa, para lograr minimizar el impacto de este subproducto del proceso productivo (24).

Por otro lado, el tratamiento de los desechos producidos por los recubrimientos electrolíticos, fue estudiado por Katiuska Ramos en 2008. El estudio encontró que los desechos líquidos que tienen altos contenidos de metales y aniones como SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, F- y NO_3^-. Según el estudio, estos contaminantes pueden ser removidos usando precipitación química con cal, y los resultados de la investigación muestran que con dicho proceso de precipitación se obtienen remociones para sulfato de 97%, nitrato 99 % y fluoruro 71% (25).

En la revisión de las bases de datos disponibles en la UIS y en otros sitios de internet, no se encontró información específica de ACV del ZAMAK, por lo que fue necesario dirigir la búsqueda hacia la materia prima básica y hacia los procesos productivos individuales, necesarios para la fabricación de la hebilla. De esta investigación de estado del arte se destaca que las categorías de impacto y el método usados en los diferentes ACV son equivalentes a las utilizadas en este estudio. Finalmente, de los documentos de tratamientos de aguas se desprendió el escenario alternativo propuesto para evaluar el impacto final del proceso productivo de la hebilla con tratamiento de los lodos producidos.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada en este proyecto, es ACV de tipo atributo y puerta a puerta, sin embargo dentro del estudio se incluye el transporte de la materia prima, desarrollado desde la definición de objetivo y alcance del estudio, hasta su interpretación, involucrando las dos etapas intermedias, es decir, el análisis de inventarios y la evaluación del impacto.

La metodología ACV tiene dos tipologías de evaluación, por atributos y comparativo; para el caso de estudio se escogió por atributos porque se busca encontrar el perfil medioambiental de la hebilla de referencia y no se compara con otro producto similar. Se seleccionó un ACV de puerta a puerta debido a que se evalúa el impacto ambiental del proceso productivo de fabricación de la hebilla; además la calidad de los datos de las materias primas tienen mucha incertidumbre asociada. Para la obtención de los datos requeridos para el estudio, se usó una combinación de estrategias de investigaciones cuantitativas y cualitativas que están directamente relacionada con el objetivo planteado en el proyecto, de acuerdo a lo propuesto por Héctor Daniel Lerma en su libro “Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto” (8).

En la tabla 2 se ve el resumen, donde se indican los objetivos, las fases y actividades; posteriormente, se realiza la aclaración concisa de cada una de las series de fases y actividades desarrolladas en el estudio, siguiendo la metodología.

Tabla 2. *Resumen de objetivos, fases, actividades y descripciones.*

OBJETIVOS ESPECÍFICO	FASE	ACTIVIDADES
Objetivo 1. Definir el enfoque y los elementos de aplicación de la metodología ACV en el caso de estudio, a través de una revisión crítica del estado del arte.	**Fase 1.** Revisión bibliográfica.	**Actividad 1:** Se revisó la bibliografía del ACV.
		Actividad 2: Se definió el objeto y alcance del ACV.
	Fase 2. Ejecución de Trabajo de campo.	**Actividad 1:** Se recopilaron los datos
		Actividad 2: Se analizaron y se convirtieron los datos.
		Actividad 3: Se identificó y analizó el Inventario del Ciclo de Vida (ICV).
Objetivo 2. Identificar las etapas del ciclo de vida más críticas y los impactos ambientales significativos sobre los cuales la empresa pueda ejercer un mayor control dentro de la frontera del proceso productivo.	**Fase 1.** Clasificación de los resultados de inventario en las categorías de impacto en que influye.	**Actividad 1:** Se seleccionaron los métodos y categorías de impacto.
		Actividad 2: Se ingresaron los datos al software de acuerdo a los resultados de los inventarios.
	Fase 2. Interpretación de los resultados	**Actividad 1:** Se generaron los gráficos por el software.
Objetivo 3. Proponer y evaluar un cambio tecnológico de acuerdo a los resultados a través de un análisis de sensibilidad, para determinar el efecto que pueda generar este cambio en algún subproceso identificado como ambientalmente relevante.	**Fase 1.** Elaboración del análisis de sensibilidad por atributos.	**Actividad 1:** Se eligió un cambio tecnológico a proponer, y evaluar si es posible que sea implementado.
		Actividad 2: Se modificaron las entradas al software de acuerdo al cambio tecnológico que va a ser estudiado.
	Fase 2. Interpretación de los resultados del cambio tecnológico.	**Actividad 1:** Se evaluó el cambio tecnológico en el software, a través de las gráficas.
		Actividad 2: Se realizó un análisis comparativo de la situación actual (escenario base) contra el escenario cambio tecnológico de la propuesta.
		Actividad 3: Se ejecutó una fase Informativa.

Con relación al diseño metodológico, para este estudio se enfocó aplicando la metodología de análisis de ciclo de vida - ACV por atributo y simplificado “Puerta a Puerta”, bajo la NTC - ISO 14044: 2007, y experiencias de trabajos como los presentados por Espinosa, Arana y Van Hoof (6; 7; 8). Una vez entrando en contexto con la metodología y de acuerdo a lo expuesto en el literal del diseño metodológico, en donde se presenta la tabla 1, la cual es detallada en los siguientes párrafos:

Objetivo 1. Definir el enfoque y los elementos de aplicación de la metodología ACV en el caso de estudio, a través de una revisión crítica del estado del arte.

Fase 1. Revisión bibliográfica.

La revisión bibliográfica se realizó a través de la recopilación y análisis de la información primaria y secundaria relacionada con la Norma NTC - ISO 14040:2007, el análisis de ciclo de vida del producto estudio. Esto incluyó visitas a la empresa Fantaxias SAS, para revisar la fabricación de la hebilla evaluada, con el fin de revisar los procesos unitarios, materias primas e insumos utilizados, para así lograr la definición del objetivo y el alcance. **Herramientas, técnicas o métodos**: Revisión bibliográfica, estudios previos realizados por la empresa.

Actividad 1. Se revisó la bibliografía del ACV. En esta actividad, Se revisaron estudios de análisis de ciclo de vida de productos similares al estudio, como resumen de esta actividad, se evidencia en el estado del arte en el capítulo 4.

Actividad 2. Se definió el objeto y alcance del ACV. Para la definición del objetivo y el alcance, se precisó de acuerdo a la estructura determinada por la NTC – ISO 14044:2007, se incluyó el sistema del producto del estudio, la unidad funcional, los límites del sistema, los procedimientos de asignación, la metodología de la Evaluación de Impactos de Ciclo de Vida (EICV) y la interpretación a utilizar, lo cual se presenta su desarrollo en el capítulo 6.

Fase 2. Ejecución de Trabajo de campo.

En esta fase se realizaron visitas en campo, para conocer la empresa, sus políticas y estructura, observar el proceso de elaboración de la hebilla, diseñar el diagrama general del proceso, división del proceso global en etapas o subprocesos e identificación de las variables relevantes en cada etapa. Esta fase fue desarrollada por los estudiantes de pregrado, como fase inicial de este estudio. **Herramientas, técnicas o métodos:** entrevista y encuesta a operarios y expertos, visita a la planta para observación, recolección y verificación de los subprocesos.

Actividad 1: Se recopilaron los datos. La recopilación de datos, se obtuvo a través de fuentes primarias, mediante el seguimiento a las tareas y la medición en campo, como por ejemplo: la medición de las emisiones de gases en la chimenea en el área de fundición y la toma de muestra para la caracterización de las aguas residuales industriales de las áreas de baños electrolíticos y pulido. Esta actividad fue realizada por estudiantes de pregrado, que hacen parte de la fase inicial en este proyecto. Lo anterior se muestra su desarrollo en el capítulo 6.

Al mismo tiempo, se realizaron entrevistas con el personal operativo, supervisores operativos y de calidad, etc. Como complemento a las entrevistas se efectuaron

observaciones en las áreas de moldes, fundición, pulido, baños electrolíticos, montaje y empaque, también se revisaron los registros de inventarios y producción de la hebilla h-0788-12, registros de compras, inventarios de los insumos químicos y materias primas para el desarrollo del análisis de inventario. La recopilación secundaria, se hizo a través del acopio de tesis de pregrado realizadas para a la empresa Fantaxias SAS y en específico se tuvieron en cuenta los procesos o áreas que intervienen en la fabricación de hebillas. Así mismo, estudios de estrategia de eliminación ó mitigación de los impactos ambientales

Actividad 2: Se analizó y se convirtió los datos. Los datos fueron validados con relación a los procesos unitarios y la unidad funcional, ajuste de los límites del sistema y se convirtieron en la información que describe la metodología análisis de ciclo de vida. Para evitar sesgo en los resultados, se consideran todos los datos pertinentes y fiables que se recopilaron. El análisis de datos incluye consideraciones sobre la calidad de los datos, validez y adecuaciones. También se realizó, mediante el balance de materia para el inventario y demás actividades. La actividad de elaboración de balance de masa fue desarrollada por los estudiantes de pregrado. Esta actividad se muestra los resultados obtenidos en el capítulo 6.

Actividad 3: Se identificó y analizó el Inventario del Ciclo de Vida (ICV). En esta actividad se analizaron todas las entradas necesarias para la elaboración de la hebilla (materias primas, requerimientos energéticos, etc.) y todos los flujos salientes (residuos, producto final, emisiones, etc.). Para ello se procedió de la siguiente forma y sus resultados se encuentran en el capítulo 6:

- Se elaboraron diagramas de flujo de procesos específicos que describen todos los procesos unitarios a modelar, incluyendo sus interrelaciones. Realizado por los estudiantes de pregrado.
- Se determinó el flujo adecuado, con base en el diagrama de flujo y los flujos entre procesos unitarios. Tarea desarrollada por los estudiantes de pregrado.
- Se realizó la asignación del producto o co-producto, teniendo en cuenta que la suma de las entradas y salidas asignadas a un proceso unitario debe ser igual a las entradas y salidas del proceso unitario antes de la asignación.

Objetivo 2. Identificar las etapas del ciclo de vida más críticas y los impactos ambientales significativos sobre los cuales la empresa pueda ejercer un mayor control dentro de la frontera del proceso productivo

Fase 1. Clasificación de los resultados de inventario en las categorías de impacto en que influye

En contexto de los resultados que se obtengan del análisis del inventario, se definen los efectos ambientales que puedan generar, de acuerdo a las diferentes categorías de impacto, para lograr el perfil de la Evaluación Impacto Ciclo de Vida para el proceso de fabricación de hebilla. **Herramientas, técnicas o métodos**: Software SimaPRO, computadores.

Actividad 1. Se seleccionaron los métodos y categorías de impacto. Esta actividad se realizó seleccionando las categorías de impacto de acuerdo a los aspectos ambientales identificados en los procesos de la hebilla y a la clasificación de los resultados del inventario en las categorías de impacto en las que influyen revisando los indicadores de categoría y los modelos de caracterización; por ello, se demuestra su desarrollo en el capítulo 6.

Actividad 2. Se ingresaron los datos al software de acuerdo a los resultados de los inventarios. Se creó un escenario base, elaboración de la hebilla, en el cual se realizó la introducción de los datos obtenidos en el balance ambiental, al software Simapro; este escenario está compuesto por los subprocesos: elaboración de hebilla, fundición, pulido, montaje, baños electrolíticos y distribución; además también se crearon cada uno de los elementos e insumos, como por ejemplo, el zamak. Tal como se observa en las capturas de pantalla en el anexo 5.

Fase 2. Interpretación de los resultados

En esta actividad se verifica la documentación de la evaluación de la calidad de los datos de los resultados del ICV y EICV. **Herramientas, técnicas o métodos:** Software para análisis de sensibilidad y computadores.

Actividad 1. Se generaron los gráficos por el software. Se revisaron los resultados en compañía de los directores y se tomaron acciones para realizar la formulación de las alternativas de mejora y su evaluación a través del Software SimaPRO y el uso de gráficas en donde se evidencia y se evalúan las oportunidades de mejoramiento del desempeño ambiental y reducción de los impactos del producto estudiado. Lo cual se muestra en el capítulo 7

Objetivo 3.- Proponer y evaluar un cambio tecnológico de acuerdo a los resultados a través de un análisis de sensibilidad, para determinar el efecto que pueda generar este cambio en algún subproceso identificado como ambientalmente relevante

Fase 1. Elaboración del análisis de sensibilidad por atributos

En esta actividad, se cambia el escenario, incluyendo los productos de las variables definidas de acuerdo a los resultados que se obtengan de la interpretación del escenario actual de la empresa y su análisis del inventario. **Herramientas, técnicas o métodos:** Software SimaPRO, computadores.

Actividad 1. ***Se eligió un cambio tecnológico a proponer, y evaluar si es posible que sea implementado.*** En esta actividad, se realizó la evaluación de la información bibliográfica y el establecimiento de escenarios propuestos. A partir de la metodología del ACV inicial y una vez detectados los puntos críticos, se planteó un escenario alternativo que compara ambos sistemas a iguales porcentajes de recogida selectiva para valorar los impactos ambientales; es decir se realizó un escenario con tratamiento de lodos, teniendo en cuenta que el impacto ambiental fue alto y se tenía la información primaria para poder ingresar los datos al software y hacer la simulación. Lo cual se presenta en el capítulo 7

Actividad 2. ***Se modificaron las entradas al software de acuerdo al cambio tecnológico que va a ser estudiado.*** En esta actividad, se modificó el escenario base ó inicial por otro escenario tratamiento de lodos, debido a que se propone un cambio tecnológico para mejorar los puntos críticos. Tal como se puede observar en las capturas de pantalla en el anexo 5

Fase 2. Interpretación de los resultados del cambio tecnológico.

En esta actividad se analizaron los resultados logrados, en función de los objetivos definidos y los efectos ambientales obtenidos, con base en la identificación de los puntos críticos y formulación de las alternativas de mejora. Lo cual se presenta en el capítulo 7

Herramientas, técnicas o métodos: Software SimaPRO y computadores.

Actividad 1. Se evaluó el cambio tecnológico en el software, a través de las gráficas. La información que se derivó de los datos analizados y expresada en términos de indicadores de análisis de ciclo de vida, se debe comparar con los criterios de la normatividad ambiental específica en el tema. Esta comparación puede indicar el progreso o deficiencia en el desempeño ambiental.

Actividad 2. Se realizó un análisis comparativo de la situación actual (escenario base) contra el escenario cambio tecnológico propuesto. En este punto se ejecutó el análisis de sensibilidad del escenario base y el escenario con el cambio tecnológico propuesto. Tal como se puede observar en las capturas de pantalla en el anexo 5

Actividad 3. Se ejecutó una fase Informativa. En esta fase informativa, hace parte la elaboración del informe y sustentación del estudio que supone la culminación de la investigación y es resultado de las fases anteriores. El informe se presenta en primera instancia a la universidad y luego está lo presentará a la empresa y ésta última a sus partes interesadas, siempre y cuando lo decidan. Es importante presentar el informe a la empresa, para que se tomen las decisiones con relación a mejorar su desempeño ambiental y se comprometan a todas las partes interesadas, a trabajar por ello.

6. RESULTADOS. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA ACV EN EL CASO DE ESTUDIO

6.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

6.1.1 Objetivo del Estudio

La finalidad del estudio es evaluar los impactos ambientales potenciales, asociados al proceso de la fabricación de la hebilla H0788-12, en aleación de ZAMAK, de la empresa Fantaxias SAS., mediante la aplicación de la metodología ACV “Puerta a Puerta”, bajo la Norma ISO 14040-44, de acuerdo a los límites del sistema que se declaran más adelante; para lograr proponer un cambio tecnológico.

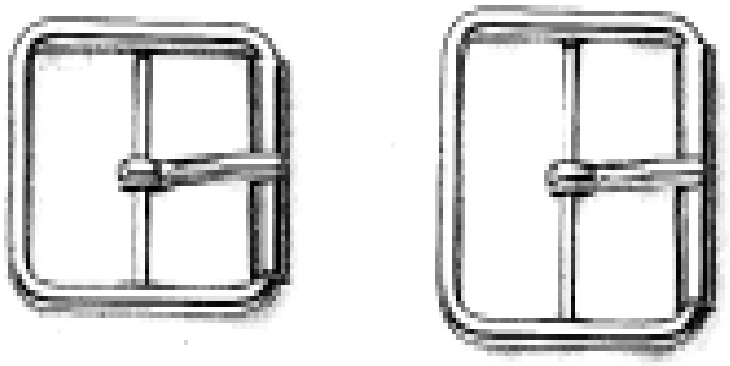
6.1.2 Definición del Alcance del ACV

Este trabajo se enmarca dentro de la metodología de ACV e incluye aspectos de la etapa de producción, que va desde la puerta de la empresa hasta la salida del producto, incluyendo el transporte de la materia prima, con restricciones debidas al carácter introductorio del estudio y a los recursos con que se cuenta para realizarlo.

La **función del proceso** en referencia es producir hebillas con recubrimiento metálico, debidamente empacadas en bolsas de polietileno y en cajas de cartón antes de su comercialización. Se entiende por hebilla un ensamblador de ajuste manual constituido por dos piezas metálicas “cuerpo” y “pin”, que se utiliza en cinturones y otros productos de marroquinería como pieza o elemento de agarre o unión de partes de una prenda de vestir, ocasionalmente decorativa. Las hebillas son de diversas formas, dimensiones, colores y acabados, pero, en este estudio, se limita al modelo o referencia H0788-12, producida en el proceso estandarizado por la empresa Fantaxias SAS (ver figura 8).

Como unidad funcional, en este caso equivalente al flujo de referencia, el presente estudio asume la producción de un año típico de hebilla H0788-12, lo cual equivale a cerca de 400 mil unidades o hebillas, que tienen un peso aproximado de 914 kg, libres de empaque. Sin embargo, se tomó como base de cálculo del proceso 465.000 unidades de hebillas, una sobreproducción aproximadamente del 16.25%.

Figura 8. *Hebilla.*

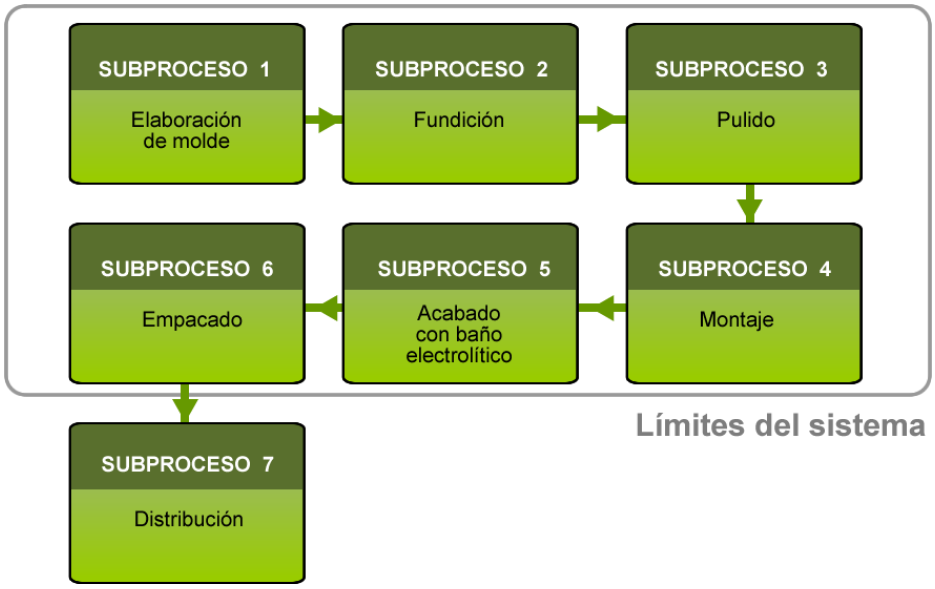


Fuente: *Hebillas. Dis. Indumentaria, Alejandra Creazzo. Basado en los trabajos de investigación de Natalia Logiudice y Vanesa Albamonte.*

6.1.3 Limites del Sistema

El **Sistema de producto** hace referencia a los procesos unitarios para la fabricación de la hebilla que se realizan en la planta industrial Fantaxias SAS., los cuales constan de siete subprocesos, como se ve en la figura 9 de la siguiente página. En el párrafo siguiente se da una breve explicación de los subproceso.

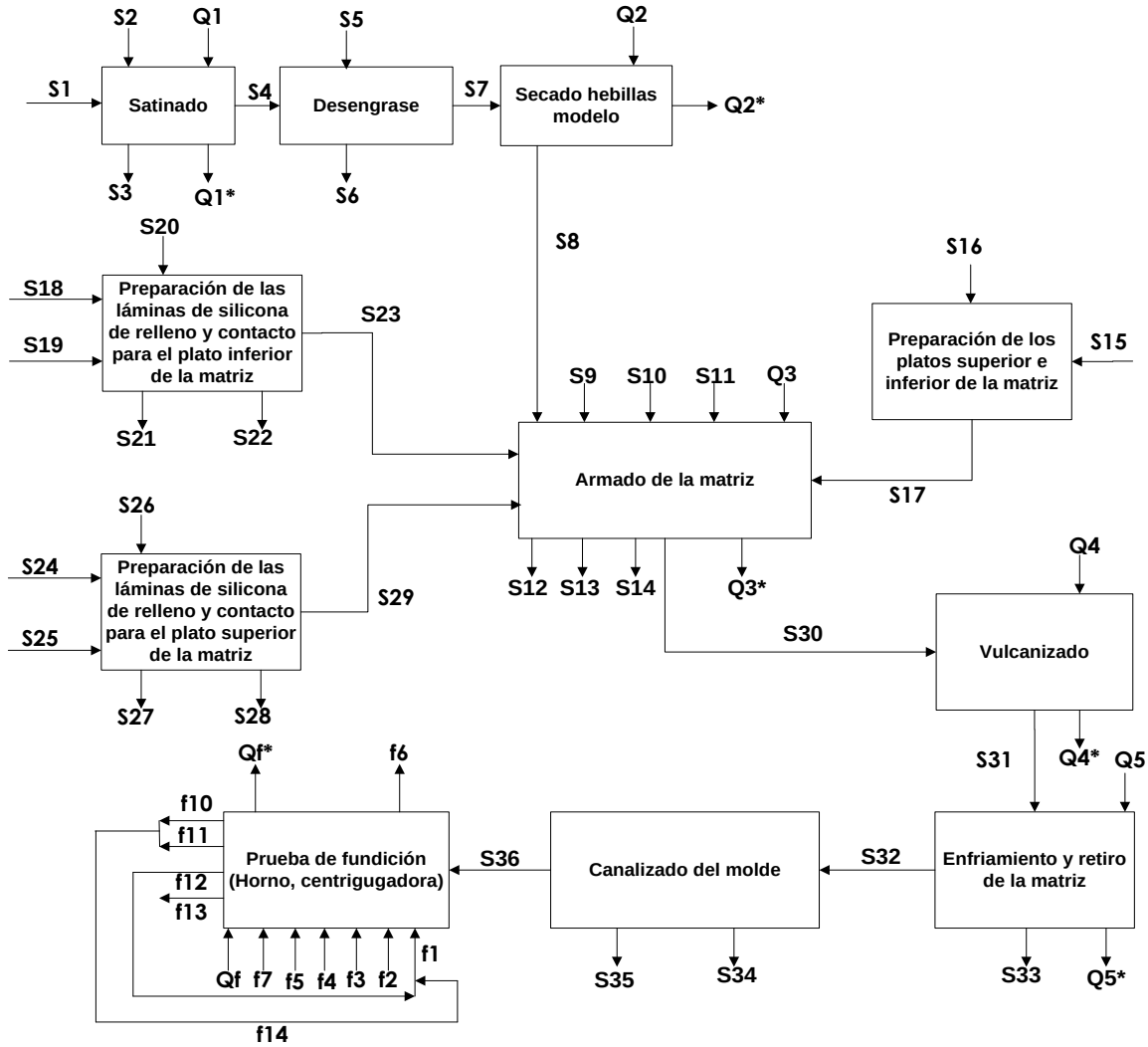
Figura 9. *Diagrama de flujo general del proceso de fabricación de la hebilla h-0788-12.*



El subproceso elaboración de moldes inicia con el ingreso de la hebilla modelo y los materiales para la elaboración del molde. Las principales materias primas son, la silicona de relleno y la silicona de contacto. Este subproceso tiene las siguientes etapas, tal como se observa en la figura 10:

- **Satinado:** cuyo fin es tener una superficie homogénea.
- **Desengrase:** que elimina residuos superficiales.
- **Vulcanizado:** brinda resistencia y dureza al molde para trabajar.
- **Canalizado del molde:** son las vías de llenado de las piezas, se realizan una vez el molde se ha vulcanizado.
- **Prueba de fundición:** verifica que el molde esté apto para su uso.

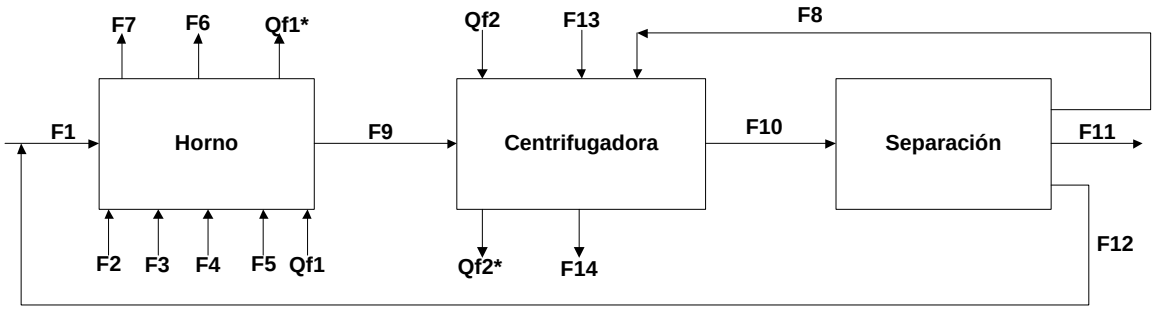
Figura 10. *Diagrama del subproceso de elaboración del molde para la fabricación de la hebilla.*



Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Luego se continúa con el subproceso de fundición, el cual se presenta el diagrama en la figura 11, y se describe a continuación, se lleva a cabo en tres etapas: fundición, centrifugación y separación. La primera inicia al adicionar 120 kg de aleación de zamak al horno que es mantenido a una temperatura de 440 °C, la cual es la temperatura de trabajo para moldeo por centrifugación. En la segunda etapa, se adiciona la cantidad calculada de material al molde, con las variables evaluadas (temperatura, presión y rpm) en la etapa de prueba de molde; en la última etapa, las piezas son retiradas del sistema de llenado. El excedente de material que queda en los canales del molde se recicla, adicionándolo nuevamente al horno.

Figura 11. *Diagrama del subproceso de fundición en la fabricación de la hebilla.*

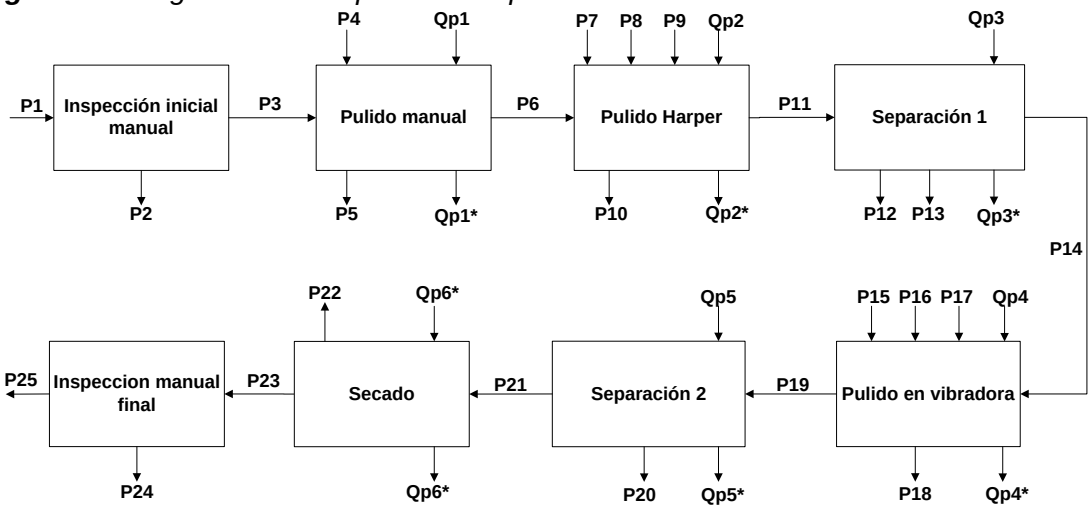


Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.** (26).

Posteriormente, se continúa el subproceso de pulido, el cual consta de ocho etapas, que inician con la inspección manual inicial, en donde se revisa el estado de la mercancía, la que debe encontrarse con llenado completo y poca rebaba. Luego se continúa con la etapa de pulido harper, que tiene el fin de eliminar la capa superficial de la pieza y dar un acabado homogéneo. Se continúa con el pulido manual, que se realiza para eliminar la rebaba generada en el subproceso de fundición.

Después, la separación, en la cual se separa la piedra de corte de las piezas de producción. Luego el pulido con la vibradora, en el que se realiza un suavizado a la pieza y se eliminan filos existentes. Continúa la separación, la cual consiste en apartar las piedras de pulido del equipo de vibrado de las piezas de producción. Sigue la etapa del secado, en donde se retira el exceso de humedad de las piezas para evitar manchas y, por último, la inspección manual final, que se realiza para eliminar las piezas que se han deteriorado en los procesos anteriores. Ver figura 12.

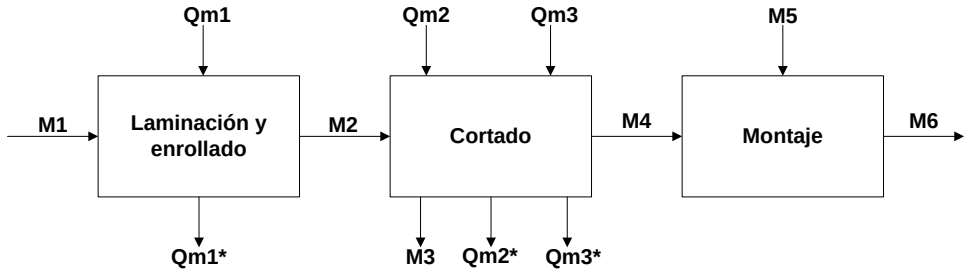
Figura 12. *Diagrama del subproceso de pulido.*



Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

El subproceso de montaje consiste en la unión de dos piezas, el pin y la hebilla, que deben ser ensambladas para hacer una pieza única, compuesta por tres etapas: laminación / enrollado, cortado y montaje Ver figura 13.

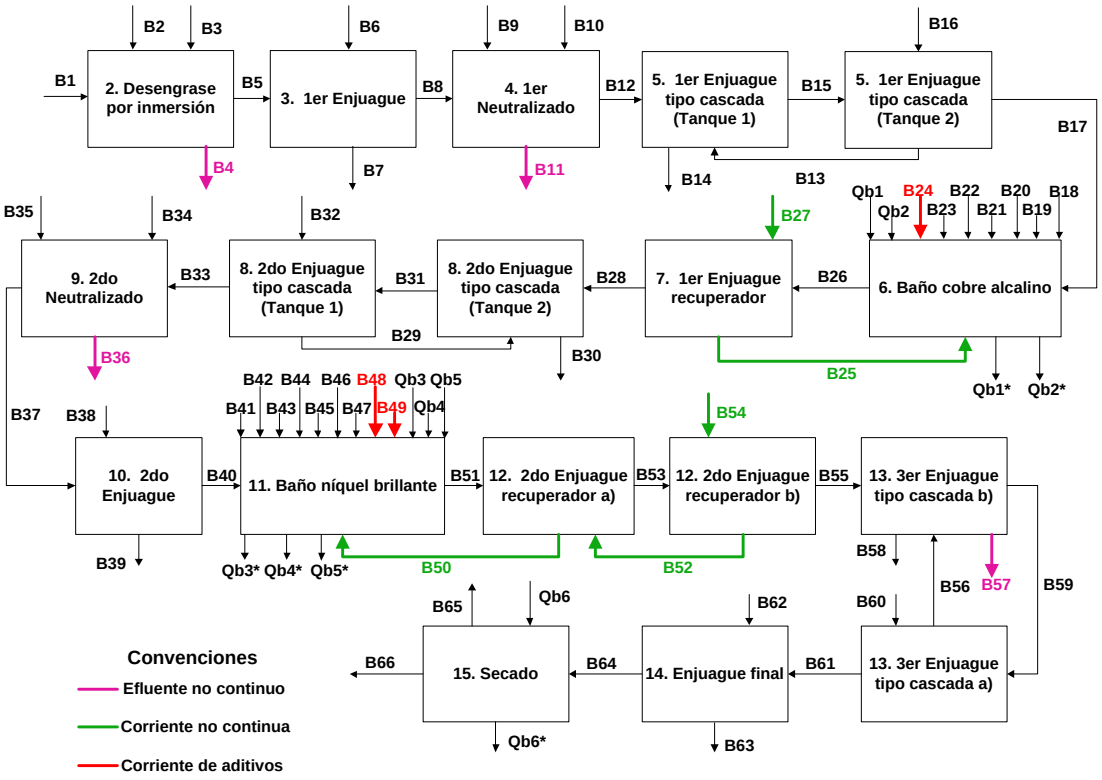
Figura 13. *Diagrama del subproceso de montaje del pin en la fabricación de la hebilla.*



Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

El subproceso de baños electrolíticos, está compuesto por 17 etapas, dentro de ellas, se encuentran: desengrase por inmersión, enjuagues, neutralización, enjuagues tipo cascada, baño de cobre alcalino, enjuague recuperador, niquelado brillante, enjuague recuperador, enjuague final y secado de las piezas. Ver figura 14.

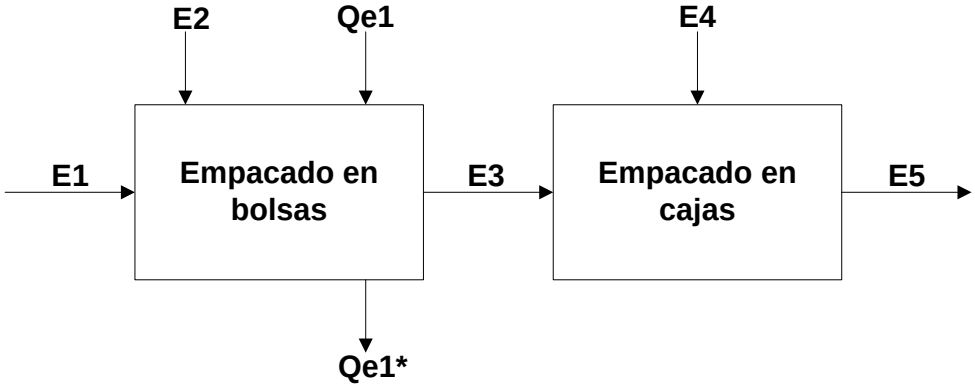
Figura 14. *Diagrama del subproceso de baños de recubrimiento electrolítico en la fabricación de la hebilla.*



Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

El subproceso de empaque es la etapa final antes de ser despachadas las piezas y su función es agrupar las hebillas en paquetes y proteger las piezas de los elementos. Este subproceso está compuesto por dos etapas: empacado en bolsa y empacado en cajas.

Figura 15. *Diagrama del subproceso empacado y distribución en la fabricación de la hebilla.*



Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Después definir los subprocesos que hacen parte del límite del estudio, también se consideraron los siguientes aspectos: materia prima y principales insumos utilizados en los procesos de transformación, el cual se muestra un resumen en la tabla 3.

Tabla 3. *Subprocesos asociados a la fabricación de la hebilla vs materia prima y principales insumos equipos utilizados.*

Subproceso	Flujo Elementales	Flujo Elementales y No Elementales
Elaboración de moldes	Satinadora, Secadora, Aspiradora, vulcanizadora, enfriador,	**F.N.E**. Pasta para satinado, Tiner, Posicionadores de ZAMAK, Silicona de contacto y de relleno, Talco, Matriz armada y zamak
Fundición	Horno, centrifugadora. Pulidora manual, Harper, seleccionadora, vibradora, separadora,	**F.N.E**. Lingotes de zamak, y Talco chino.
		F.E. Combustible (gas natural)
Pulido	Laminadora, enrolladora, alimentador de cortado, cortadora y formadora de pin Satinadora, Secadora, Aspiradora, vulcanizadora, enfriador.	**F.N.E**. Jabón líquido (4 ciclos), Polvo desbarbante.
		F.E. Piedra de corte referencia 3/16, Piedra SHIP,
Montaje	Horno, centrifugadora.	**F.N.E**: Pines.
		F.E: Alambre de hierro
Baños electrolíticos	Rectificador para cobrizado, rotación tambor cobrizado, calentamiento baño niquelado, rectificador niquelado y rotación tambor niquelado	**F.N.E**. Novaclean ZAM, Ácido sulfúrico para 1er neutralizado, Ánodos cobre metálico, Cianuro de sodio, Cianuro de cobre, Sal de Rochelle, Abrillantador de cobre (Alkabright), Alcamiz, Ánodos níquel, Sulfato de níquel, Cloruro de níquel, Ácido bórico, Contenido de base (base para níquel), Abrillantador de níquel, Agua para niquelado, Antiporos y Niplex.
Empaque.	Selladora.	**F.N.E**. Bolsas polietileno y Caja.

Nota: F.N.E*: Flujo No Elementales* ***F.E:*** *Flujo Elementales*

Además del sistema producto, hacen parte de las fronteras del estudio, la cadena de suministro y tecnósfera del contexto, como son:

- Los transportes de materia prima.
- Las huellas de emisiones específicas de la fabricación de los principales insumos químicos, pero no el ciclo de vida conexo a los insumos como, por ejemplo, las cargas ambientales asociadas con la fase de extracción de materia prima.
- El uso conexo de agua, electricidad y gas natural, tomados de la infraestructura pública de estos servicios.
- La disposición final de los desechos sólidos generados en la producción.

Se presenta un breve resumen por subproceso, de cuales corrientes fueron incluidas o excluidas y su respectiva justificación puede verse en la tabla 4. Además, a continuación se describen otros aspectos que han sido excluidos:

- El análisis de impacto ambiental, los transportes por distribución y comercialización del producto.
- El fin de vida y disposición final del producto.
- Los impactos asociados a la infraestructura de producción, su renovación, reparación, mantenimiento, etc.
- Los materiales ó insumos utilizados, como: sal de rejuva, y pastilla desgasificante para la elaboración de molde y fundición, también la Lija 180 en el subproceso de pulido y alcamiz, antiporos y niplex en el subproceso de baños electrolíticos: Su exclusión se debe a que no se tuvieron en cuenta en los balances de masa de los subprocesos de fabricación de la hebilla debido a que el tiempo de entrada o salida no es simultáneo con la fabricación de piezas, estos existen más por el mantenimiento, es decir, por el cuidado de los baños y por limpieza, que como parte esencial de la elaboración de la hebilla y se tiene dificultad para 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 para la fabricación de la hebilla.(26).
- El subproceso de distribución no será contemplado debido a falta de información.

Tabla 4. *Inclusión / exclusión en cada proceso vs justificación.*

Subproceso	Inclusión (I) / exclusión (E)	Justificación
Elaboración de moldes	E:Corriente S17	La corriente S17, se colocó la masa del periódico, restándole la masa de la matriz.
	E:Corriente S15	En la corriente S17, se elimina la corriente S15, la matriz, debido a que esta corriente se asume como una infraestructura y no se tiene el tiempo de reemplazo.
Fundición	E: la prueba de fundición	Se excluyó la prueba de fundición, por su baja contribución másica.
	E: Las corrientes F6 (escoria en polvo + Rejuva).	
Pulido	E: La corriente P21.	La corriente P21, se excluyó la corriente P20, piedra chip, ya que de las piedras se considera sólo el desgaste de las mismas.
	E: La corriente P19.	La corriente P19, se descartó la masa de las piedras que funcionan como una infraestructura, como una rata de desgaste de uno a mil (1/1000). Por lo consiguiente se considera masa de piedra desgastada para producción y que eso sale como polvo (residuo), por lo tanto, se asume la misma salida.
	E: La corriente P24.	La corriente P24, la energía de refundición de las piezas rechazadas se desprecia de la fundición del zamak virgen.
	E: La corriente P7	En el subproceso de Pulido, en la corriente P11, se excluyó la corriente p7.
	E: La corriente P13	En el subproceso de Pulido, en la corriente P13, no se considera.
	I: disposición al lodo de secado	Se realizó la creación de la disposición al lodo de secado, teniendo en cuenta que el lodo se seca en la planta, el agua drena y va alcantarillado que no termina en planta y descarga a un cuerpo de agua y el material sólido su disposición final es el relleno sanitario, por esto, el relleno se va a incluir sin la tecnósfera, se considera las emisiones generadas por que se van a repartir al suelo y el lixiviado y se considera el camión hasta el relleno.
Baños electrolíticos	E: Las corrientes B4 (Solución agua + Novaclean ZAM), B11 (salida de agua (con H_2SO_4), B25 (Agua del 1er Enjuague Recuperador), B27 (Agua limpia al 1er Enjuague Recuperador), B36 (agua salida 2do neutralizado), B50 (agua de 2do enjuague recuperador tanque a), B52 (agua 2do enjuague recuperador tanque a), B54 (agua limpia al 2do enjuague recuperador) y B57 (agua salida 3er enjuague cascada tanque b).	Su exclusión es debido a que salen de los tanques de los baños de recubrimiento electrolítico con el fin de mantener el nivel de otros tanques y aprovechar de mejor manera las materias primas (en el caso de Níquel) y además la cantidad de dichas corrientes no es significativa en comparación con los demás efluentes, para la producción anual.
	E: La corriente B 41	La corriente B41, ánodos de Nickel, se excluye porque se asume como infraestructura, y no se tiene el tiempo de reemplazo.
	I: La corriente B 40	La etapa de enjuague tipo cascada 1 y 2, enjuague seguido de Neutralización, y la corriente B40, se considera como una única etapa, a todas las etapas entrelazadas por un ciclo.

Otras consideraciones que se asumieron para el estudio fueron:

- En el subproceso de pulido, los residuos de ZAMAK en la corriente P5, se asumen como si fuera de zinc, porque es el componente principal (ver figura 11).
- En el subproceso de elaboración de moldes, en la corriente S7, el residuo generado por la evaporación del thinner, se toma como emisiones al aire, por lo tanto, se toma la misma composición por la que fue generada y se incluye como emisión “indoor” o de recinto cerrado.
- En el subproceso de elaboración de moldes, en la corriente S6, se toma la corriente S3, como “desecho no especificado”(ver figura 10).

Se asume que el tiempo que representa el estudio es inferior a la vida útil de los equipos usados, por lo que se considera que no se evalúa el deterioro de equipo o infraestructura de la empresa. Se establece como límite temporal, el periodo en el cual se realizan las mediciones en la empresa, y se contempla específicamente la producción obtenida en el año 2012.

El producto final consta de dos partes: la hebilla obtenida en el subproceso de pulido y un pin que se le agrega al subproceso de montaje para obtener la hebilla armada que pasa luego a la etapa de acabado con baño electrolítico.

6.1.4 Tipos y Fuentes de Datos

La información relacionada con el proceso de fabricación de la hebilla h-0788-12, en este estudio, corresponde a los datos ofrecidos por la empresa **Fantaxias SAS.**, a partir de entrevistas a los ingenieros, supervisores y trabajadores de la planta, además de los registros de fabricación, insumos utilizados y mediciones realizadas en algunos subprocesos. En algunos casos, la información, se tomó de fuentes bibliográficas obtenidas de literatura relevante y el trabajo de grado de Estévez y Velandia (26), así mismo, de las bases de datos especializadas con las que tiene vínculos el software especializado utilizado en el estudio, principalmente Ecoinvent.

6.1.5 Requisitos de Calidad y Fuentes de Datos

Los datos para el inventario de entradas y salidas de flujos económicos y elementales, tal como se mencionaba previamente, corresponden al proceso operativo, los cuales son empleados para realizar los balances de materia y energía. Estos fueron suministrados por la empresa **Fantaxias SAS.** en el trabajo de grado “Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa Fantaxias SAS.” (26).

Para este estudio se usaron las bases de datos ambientales incorporadas en el software SimaPro, principalmente Ecoinvent y BUWAL 250. Para este sistema producto en particular (hebilla h-0788-12) fue necesario crear los procesos de varias de las materias primas y sustancias utilizadas, los cuales no están expresamente disponibles en estas bases por tratarse de aleaciones o químicos muy específicos. En otros casos, fue necesario asumir materiales análogos a los utilizados y realizar las modificaciones para recrear el aporte ambiental de dichos elementos en la modelación. De acuerdo a lo anterior, en la Tabla 5 se documentan las modificaciones realizadas a algunos de los procesos unitarios cargados o llamados al ciclo de vida.

6.1.6 Datos de Laboratorio, de Campo y Datos Calculados

El inventario recoge las entradas y salidas de cada uno de los subprocesos del proceso de fabricación de la hebilla H0788-12. Es en esencia la ejecución del balance de masa y energía del sistema producto objeto de estudio.

Para realizar el análisis del inventario se emplearon los datos obtenidos de las corrientes de subproceso de: elaboración del molde, fundición, pulido, montaje del pin, acabado con baños de recubrimiento electrolítico, empacado y distribución, que pueden verse en las tablas 5-10,información suministrada del proyecto de grado de Estévez y Velandia (26), también de este proyecto se tomaron todas las caracterizaciones de vertimientos de los subprocesos de pulido, concentraciones de metales en efluentes de baños electrolíticos, concentración de cianuro, grasas y aceites en los efluentes del baño electrolítico y medición de emisiones gaseosas de la combustión en hornos de fundición y medición niveles de ruido, registradas en las tablas 11-16.

Tabla 5. *Corrientes subproceso de elaboración del molde.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo	
							Emisión	Sólido
Satinado	S1	Hebillas modelo (60 unidades)	135,27		x			
	S2	Pasta para satinado	188,79		x			
	Q1	Energía eléctrica satinadora		13608099,66	x			
	Q1*	Energía disipada al medio por satinadora		13608099,66		x	x	
	S3	Residuo de pasta para satinado	188,79			x		x
Desengrase	S4	Hebillas modelo satinadas (60 unidades)	135,27		x			
	S5	Tiner	3484,40		x			
	S6	Salida reutilizable de tiner	3484,40			x		
Secado	S7	Hebillas modelo limpias (60 unidades)	135,27		x			
	Q2	Energía eléctrica secado		109148299,34	x			
	Q2*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por secado)		109148299,34		x	x	
Armado de la matriz con el molde	S8	Hebillas modelo limpias	135,27		x			
	S9	Posicionadores de zamac (sobre el plato inferior)	74,00		x			
	S10	Silicona de contacto para fijar los posicionadores	13,33		x			
	S11	Talco	43,40		x			
	Q3	Energía eléctrica aspiradora		388740,00	x			
	Q3*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por aspiradora)		388740,00		x	x	
	S12	Residuo de talco	43,40			x		x
	S13	Silicona de contacto retirada al ubicar las hebillas	10,54			x		
	S14	Hebillas modelo no utilizadas	22,54			x		
Preparación de los platos superior e inferior de la matriz	S15	Platos inferior y superior de la matriz	20000,00		x			
	S16	Hojas de papel periódico	195,61		x			
	S17	Matriz preparada	20195,61			x		
Preparación de las láminas de silicona de relleno y contacto para el plato inferior de la matriz	S18	Lámina de silicona de contacto (espesor 5 mm)	17701,00		x			
	S19	Lámina de silicona de relleno (espesor 4 mm)	17360,00		x			
	S20	Tapón de refuerzo de silicona de contacto	282,10		x			
	S21	Cuña de silicona de contacto	6,20			x		
	S22	Cuña de silicona de relleno	7,44			x		
	S23	Tapas de silicona de contacto y de relleno preparadas	35329,46			x		
Preparación de las láminas de silicona de relleno y contacto para el plato superior de la matriz	S24	Tapa de silicona de contacto (espesor 4 mm)	14384,00		x			
	S25	Tapa de silicona de relleno (espersor 5 mm)	21700,00		x			
	S26	Silicona de contacto para refuerzo	1587,20		x			
	S27	Boquilla de silicona de contacto retirada	508,40			x		
	S28	Boquilla de silicona de relleno retirada	1965,40			x		
	S29	Tapas de silicona de contacto y de relleno preparadas	35197,40			x		
Vulcanizado	S30	Matriz armada con el molde	90911,99		x			
	Q4	Energía eléctrica vulcanizado		272870748,32	x			
	Q4*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por vulcanizado)		272870748,32		x	x	
Enfriamiento y retiro de la matriz	S31	Matriz con molde vulcanizado	90911,99		x			
	Q5	Energía eléctrica enfriamiento		3375900,00	x			
	Q5*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por enfriamiento)		3375900,00		x	x	
	S32	Molde con hebillas	70911,99			x		
	S33	Matriz	20000,00			x		
Canalizado del molde	S32	Molde con hebillas	70911,99		x			
	S34	Silicona de contacto retirados para formar los canales	1360,28			x		
	S35	Hebillas modelo retiradas	112,73			x		
	S36	Molde canalizado	69438,98			x		
Prueba de fundición	f1	Lingotes de zamac	4464000,00		x			
	f2	Sal de rejuva	No se cuenta		x			
	f3	Pastilla desgasificante	No se cuenta		x			
	f4	Combustible (gas natural)	13,17		x			
	f5	Aire	320,51		x			
	Qf	Energía eléctrica (horno+centrífuga)		897756,58	x			
	f6	Gases combustión	333,68			x	x	
	Qf*	Energía (funcionamiento equipo+ dsipada al medio por prueba fundición)		897756,58		x	x	
	f7	Molde	69438,98		x			
	f10	Hebillas obtenidas (50 unidades)/ciclo	3048,75			x		
	f11	Canales en zamac	6489,95			x		
	f12	Zamac fundido no usado	4454461,30			x		
	f13	Molde	69438,98			x		
	f14	Zamac recirculado/ciclo	9538,70			x		

x Corriente reutilizable

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 6.*Corrientes subproceso fundición.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo	
							Emisión	Sólido
Fundición en el horno	F1	Lingotes de zamac	13392000,00		x			
	F2	Sal de rejuva	No se cuenta		x			
	F3	Pastilla desgasificante	No se cuenta		x			
	F4	Combustible (gas natural)	122450,00		x			
	F5	Aire	2980744,24		x			
	Qf1	Energía eléctrica horno		70875519,04	x			
	F6	Escoria en polvo+rejuva	No se cuenta			x		
	F7	Gases combustión	3103194,24			x	x	
	Qf1*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por fundición)		70875519,04		x	x	
Centrifugación	F8	Molde	69438,98		x			
	F13	Talco chino	13020,00		x			
	F9	Zamac fundido	2861610,00		x			
	Qf2	Energía eléctrica centrifugadora		198451453,30	x			
	F14	Residuo talco chino	13020,00			x		x
	F10	Hebillas+ canales en zamac+ molde	2931048,98			x		
	Qf2*	Energía eléctrica (funcionamiento equipo+disipada al medio por centrifugado)		198451453,30		x	x	
Separación	F10	Hebillas+ canales en zamac+ molde	2931048,98		x			
	F11	Hebillas obtenidas	914625,71			x		
	F8	Molde	69438,98			x		
	F12	Zamac recirculado	1946984,29			x		

x Corriente reutilizable

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 7. *Corrientes subproceso pulido.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo		
							Emisión	Vertimiento	Sólido
Inspección manual inicial	P1	Lote de hebillas inicial (465 000 unidades)	914625,71		x				
	P2	Hebillas descartadas (18 600 unidades)	36585,03			x			
Pulido manual	P3	Hebillas seleccionadas (446 400 unidades)	878040,68		x				
	P4	Lija 180	Despreciable		x				
	Qp1	Energía eléctrica pulidora manual + cabina recuperación de zamac		8324790035,32	x				
	Qp1*	Energía (disipada al medio por pulido manual + cabina recuperación de zamac+ funcionamiento equipos)		8324790035,32		x	x		
	P5	Pérdida de masa(zamac polvo)	2588,80			x			
Pulido Harper	P6	Hebillas pulidas (446 400 unidades)	875451,88		x				
	P7	Piedra de corte referencia 3/16	1349489,36		x				
	P8	Agua (4 ciclos) + Agua para limpiar lote de hebillas	5682893,62		x				
	P9	Jabón líquido (4 ciclos)	1360,81		x				
	Qp2	Energía eléctrica Harper (para 27 072 hebillas*2 veces aprox.)		102426556,56	x				
	Qp2*	Energía (disipada al medio por pulido Harper+ funcionamiento equipo)		102426556,56		x	x		
	P10	Residuo (agua+jabón+piedra+zamac desprendido)	5726572,59			x		x	x
Separación 1	P11	Hebillas pulidas en Harper + piedra 3/16	2182623,08		x				
	Qp3	Energía eléctrica seleccionadora		7992345,76	x				
	Qp3*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por seleccionadora)		7992345,76		x	x		
	P12	Hebillas partidas y descartadas	5950,18			x			
	P13	Piedra de corte referencia 3/16	1307276,60			x			
Pulido en vibradora	P14	Hebillas pulidas (443 365,96 g aprox. 443 366 unidades)	869396,31		x				
	P15	Piedra SHIP	3132978,72		x				
	P16	Polvo desbarbante	4049,79		x				
	P17	Agua	7914,89		x				
	Qp4	Energía eléctrica vibradora		96511345,07	x				
	Qp4*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio por vibradora)		96511345,07		x	x		
	P18	Residuo (polvo+agua+masa piedra ship+ masa perdida hebillas)	15804,71			x			x
Separación 2	P19	Hebillas+ piedra ship	3998535,00		x				
	Qp5	Energía eléctrica separadora		72835905,75	x				
	Qp5*	Energía (funcionamiento equipo + disipada al medio por separadora)		72835905,75		x	x		
	P20	Piedra ship	3131000,00			x			
Secado	Qp6	Energía eléctrica para secado hebillas pulidas		37398146,22	x				
	P21	Hebillas húmedas pulidas	880232,24		x				
	P22	Agua evaporada por secado	12697,24			x	x		
	Qp6*	Energía (funcionamiento equipo+disipada al medio por secado)		37398146,22		x	x		
Inspección manual final	P23	Hebillas pulidas (aprox. 443 366 unidades)	867535,00		x				
	P24	Hebillas descartadas (aprox. 2 572 unidades)	5033,30			x			
	P25	Hebillas pulidas finales (44 0793,62 aprox. 440 794 unidades)	862501,70			x			

x Corriente reutilizable

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 8. *Corrientes subproceso montaje del pin.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo / Emisión
Laminación + enrollado	M1	Alambre de hierro (2 bloques de alambre de 25kg cada uno)	50000,00		x		
	M2	Alambre (laminado + enrollado)	50000,00			x	
	Qm1	Energía eléctrica laminadora + enrolladora (para 440 794 hebillas)		1981987859,13	x		
	Qm1*	Energía (funcionamiento equipo+ disipada al medio laminadora+ enrolladora) (para 440 794 hebillas)		1981987859,13		x	x
Cortado	M2	Alambre (laminado + enrollado)	50000,00		x		
	Qm2	Energía eléctrica alimentador de cortado		201558087,34	x		
	Qm3	Energía eléctrica cortadora y formadora de pin		655063783,93	x		
	M3	Alambre no cortado	13414,10			x	
	Qm2*	Energía disipada al medio por alimentador de cortado+ funcionamiento equipo		201558087,34		x	x
	Qm3*	Energía (funcioamiento de equipos+ disipada al medio por cortadora y formadora de pin)		655063783,93		x	x
Montaje	M4	Pines	36585,90		x		
	M5	Hebillas	862502,45		x		
	M6	Hebillas con pines (armadas)	899088,35			x	

x Corriente reutilizable

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 9. *Corrientes subproceso acabado con baños de recubrimiento electrolítico.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo	
							Emisión	Vertimiento
Desengrase por inmersión (899 088,35 g procesados de piezas)	B1	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B2	Agua para desengrase	66033,68		x			
	B3	Novaclean ZAM	2461,77		x			
	B4	Solución agua+ Novaclean ZAM	No se cuenta			x		x
	B5	Hebillas armadas+ Novaclean ZAM	899088,35			x		
1er Enjuague (aprox. 13 631,33 g x 66 tambores procesados de piezas)	B5	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B6	Agua limpia 1er enjuague	363000,00		x			
	B7	Agua salida 1er enjuague tras desengrase	363000,00			x		x
	B8	Hebillas armadas	899088,35			x		
1.Neutralizado (899 088,35 g procesados de piezas)	B8	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B9	Ácido sulfúrico para 1er neutralizado	1945,97		x			
	B10	Agua para 1er neutralizado	216435,01		x			
	B11	Salida agua (con H2SO4)	No se cuenta			x		x
	B12	Hebillas armadas	899088,35			x		
1er Enjuague tipo cascada. Tanque 1. (aprox. 13 631,33 g x 66 tambores procesados de piezas) aprox. 6683 hebillas cada tambor	B12	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B13	Agua 1er enjuague cascada tanque 2.	363000,00		x			
	B14	Agua 1er enjuague cascada tanque 1.	377520,00			x		x
	B15	Hebillas armadas	899088,35			x		
1er Enjuague tipo cascada. Tanque 2. (aprox. 13 631,33 g x 66 tambores procesados de piezas)	B15	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B16	Agua limpia 1er enjuague cascada tanque 2.	363000,00		x			
	B13	Agua 1er enjuague cascada tanque 2.	363000,00			x		
	B17	Hebillas armadas	899088,35			x		
Baño cobre alcalino (899 088,35 g procesados de piezas)	B17	Hebillas armadas	899088,35		x			
	B18	Ánodos cobre metálico	5133,73		x			
	B19	Agua limpia para cobrizado	71682,50		x			
	B20	Cianuro de sodio	14083,50		x			
	B21	Cianuro de cobre	9877,43		x			
	B22	Sal de Rochelle	843,32		x			
	B23	Abrillantador de cobre (Alkabright)	493,34		x			
	B24	Alcamiz	No se cuenta		x			
	B25	Agua del 1er enjuague recuperador	No se cuenta		x			
	Qb1	Energía eléctrica rectificador para cobrizado		1465288704,00	x			
	Qb2	Energía eléctrica rotación tambor cobrizado		122225975,72	x			
	Qb1*	Energía (disipada al medio+ funcionamiento equipo para cobrizado)		1465288704,00		x	x	
	Qb2*	Energía (disipada al medio + funcionamiento rotación tambor en cobrizado)		122225975,72		x	x	
	B26	Hebillas armadas cobrizadas	903846,72			x		
1er Enjuague recuperador (aprox. 13 703,47 g x 66 tambores procesados de piezas)	B26	Hebillas armadas cobrizadas	903846,72		x			
	B27	Agua limpia al 1er enjuague recuperador	No se cuenta		x			
	B25	Agua del 1er enjuague recuperador	No se cuenta			x		
	B28	Hebillas armadas	903846,72			x		
2do Enjuague tipo cascada. Tanque 2. (aprox. 13 703,47 g x 66 tambores procesados de piezas)	B28	Hebillas armadas	903846,72		x			
	B29	Agua 2do enjuague cascada tanque 1.	363000,00		x			
	B30	Agua 2do enjuague cascada tanque 2.	366630,00			x		x
	B31	Hebillas armadas	903846,72			x		
2do Enjuague tipo cascada. Tanque 1. (aprox. 13 703,47 g x 66 tambores procesados de piezas)	B31	Hebillas armadas	903846,72		x			
	B32	Agua limpia 2do enjuague cascada tanque 1.	363000,00		x			
	B29	Agua 2do enjuague cascada tanque 1.	363000,00			x		
	B33	Hebillas armadas	903846,72			x		
2do Neutralizado (903 846,72 g procesados de piezas)	B33	Hebillas armadas	903846,72		x			
	B34	Agua limpia para 2do neutralizado	89879,01		x			
	B35	Ácido sulfúrico para 2do neutralizado	1053,38		x			
	B36	Agua salida 2do neutralizado	No se cuenta			x		x
	B37	Hebillas armadas	903846,72			x		
2do Enjuague (aprox. 13 703,47 g x 66 tambores procesados de piezas)	B37	Hebillas armadas	903846,72		x			
	B38	Agua limpia para 2do enjuague	363000,00		x			
	B39	Agua de 2do enjuague	366630,00			x		x
	B40	Hebillas armadas	903846,72			x		

Continúa página siguiente

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica	Entrada	Salida	Residuo	
							Emisión	Vertimiento
Níquelado brillante (903 846,72 g procesados de piezas)	B40	Hebillas armadas	903846,72		x			
	B41	Ánodos níquel	12848,98		x			
	B42	Sulfato de níquel	1791,21		x			
	B43	Cloruro de níquel	656,78		x			
	B44	Ácido bórico	597,07		x			
	B45	Contenido de base (base para níquel)	6448,37		x			
	B46	Abrillantador de níquel	12766,82		x			
	B47	Agua para niquelado	131355,71		x			
	B48	Antiporos	No se cuenta		x			
	B49	Niplex	No se cuenta		x			
	B50	Agua 2do enjuague recuperador tanque a)	No se cuenta		x			
	Qb3	Energía eléctrica calentamiento baño niquelado		12988800,00	x			
	Qb4	Energía eléctrica rectificador niquelado		25344000,00	x			
	Qb5	Energía eléctrica rotación tambor niquelado		2469211,63	x			
	Qb3*	Energía (funcionamiento resistencia de calentamiento+disipada al medio)		12988800,00		x	x	
	Qb4*	Energía (funcionamiento equipo para niquelado+ disipada al medio)		25344000,00		x	x	
	Qb5*	Energía (funcionamiento rotación tambor en niquelado+ disipada al medio)		2469211,63		x	x	
	B51	Hebillas armadas niqueladas	913525,32			x		
2do Enjuague recuperador. Tanque a). (aprox. 13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B51	Hebillas armadas niqueladas	913525,32		x			
	B52	Agua de 2do enjuague recuperador tanqueb)	No se cuenta		x			
	B50	Agua de 2do enjuague recuperador tanquea)	No se cuenta			x		
	B53	Hebillas armadas	913525,32			x		
2do Enjuague recuperador. Tanque b). (aprox. 13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B53	Hebillas armadas	913525,32		x			
	B54	Agua limpia al 2do enjuague recuperador	No se cuenta		x			
	B52	Agua 2do enjuague recuperador tanque a)	No se cuenta			x		
	B55	Hebillas armadas	913525,32			x		
3er Enjuague cascada. Tanque b). (13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B55	Hebillas armadas	913525,32		x			
	B56	Agua 3er enjuague cascada tanque a)	363000,00		x			
	B57	Agua salida 3er enjuague cascada tanque b)	No se cuenta			x		x
	B58	Agua 3er enjuague cascada tanque b)	363000,00			x		x
	B59	Hebillas armadas	913525,32			x		
3er Enjuague cascada. Tanque a). (aprox. 13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B59	Hebillas armadas	913525,32		x			
	B60	Agua limpia 3er enjuague cascada tanque a)	363000,00		x			
	B56	Agua 3er enjuague cascada tanque a)	363000,00			x		
	B61	Hebillas armadas	913525,32			x		
Enjuague final (aprox. 13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B61	Hebillas armadas	913525,32		x			
	B62	Agua limpia para enjuague final	363000,00		x			
	B63	Agua de enjuague final	363000,00			x		x
	B64	Hebillas armadas	913525,32			x		
Secado (aprox. 13 850,21 g x 66 tambores procesados de piezas)	B64	Hebillas armadas	924442,50		x			
	Qb6	Energía eléctrica secado hebillas niqueladas		471900,00	x			
	Qb6*	Energía eléctrica disipada al medio		471900,00		x	x	
	B65	Agua evaporada por secado	10917,18			x	x	
	B66	Hebillas armadas niqueladas secas	913525,32			x		

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 10. *Corrientes subproceso Empacado y distribución.*

Etapa	Corriente	Composición	Masa (g)	Energía eléctrica (J)	Entrada	Salida	Residuo
							Emisión
Empacado en bolsas	E1	Aprox. 500 unidades de hebillas*881= (13000 unidades)	912916,03		x		
	E2	Bolsas polietileno (26 unidades)	2643,00		x		
	Qe1	Energía eléctrica por selladora		6299150,00			
	Qe1*	Energía (funcionamiento de equipo+ disipada al medio por selladora)		6299150,00			x
	E3	Hebillas en bolsas	915559,03			x	
Empacado en cajas	E4	Caja	750,00		x		
	E5	Hebillas en caja (881 bolsas con hebillas + 34 cajas)	941059,03			x	

x Corriente reutilizable

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

***Tabla 11**. Caracterización de vertimientos del subproceso de pulido.*

Parámetro	Método	Unidad	Resultado	Norma ◊
pH	Potenciométrico	Unidades de pH	11	5 - 9
Grasas y aceites	Extracción Líquido-Líquido	mg/l	691,2	20
Humedad	Gravimétrico	%	88	------
Densidad	Gravimétrico	g/ml	1,08	------
Zinc	Absorción atómica	mg/l	74,84	10
Aluminio	Absorción atómica	mg/l	418,5	5
Cobre	Absorción atómica	mg/l	103,14	3
Hierro	Absorción atómica	mg/l	19,54	25
Nitrógeno total	Kjeldahl	g/l	21,03	------
Calcio	Absorción atómica	mg/kg	12,3	------
Sodio	Absorción atómica	mg/kg	69,2	------
Fósforo	Espectrofotométrico	mg/kg	146,7	------
Silice	Gravimétrico	%	1,2	------
Magnesio	Absorción atómica	mg/l	4,21	15

◊ **Norma ambiental colombiana para vertimientos. Decreto 1594/84**

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

***Tabla 12.** Concentración de metales en efluentes baños electrolíticos.*

Corriente	Concentración zinc (ppm)	Concentración aluminio (ppm)	Concentración cobre (ppm)	Concentración níquel (ppm)
B4	687,728	29,391	1,39	0,485
B7	6,58	No se detecta	0,74	5,653
B11	194,256	No se detecta	0,802	6,679
B14	32,559	No se detecta	0,864	4,805
B30	1,359	No se detecta	215,015	6,824
B36	15,196	No se detecta	24,737	146,548
B39	0,705	No se detecta	6,684	47,85
B58	0,586	No se detecta	No se detecta	349,704
B63	2,987	No se detecta	No se detecta	21,617
NORMA ◊	**10,0**	**5,0**	**3,0**	**2,0**

◊**Norma ambiental colombiana para vertimientos. Decreto 1594/84, artículos 73 y 74**

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 13. *Concentración de cianuro, grasas-aceites y valor de pH de efluentes baños electrolíticos.*

Corriente	B4	B7	B11	B14	B30	B36	B39	B58	B63	NORMA ◊
Concentracion de cianuros (ppm)	0,035	N.D	0,012	0,008	76,6	46,5	38,04	0,073	0,12	1
Concentración de grasas y aceites (ppm)	122,5	143,545	186	160	113,04	141,91	111,18	146,52	135,91	20
pH	1	6	1	5	10	1	3	4	7	5 - 9

◊**Norma ambiental colombiana para vertimientos. Decreto 1594/84, artículos 73 y 74**

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 14. *Medición de emisiones gaseosas de la combustión en horno de fundición.*

Parámetro medidos	Unidad	Valor	Límite máximo permisible	
			De contaminantes al aire ◊	Por exposición□
Eficiencia de la combustión	%	84,2	-----	-----
Temperatura gases salida horno	°C	135	-----	-----
O_2	%	12	-----	-----
CO	ppm	475	-----	35 (1 hora)
CO_2	%	4,8	-----	-----
C_xH_y	ppm	62	50 mg/m³	-----
NO_x	ppm	20,3	441,53 (550 mg/m³)	0,106 (1 hora)
SO_2	ppm	17	210,14 (550 mg/m³)	0,287 (3 horas)
Velocidad gases de combustión	CFM	17	-----	-----

◊ **Resolución 0909 de 2008 (Norma colombiana de emisión admisibles)**

□**Resolución 610 de 2010 (Norma colombiana de calidad del aire)**

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 15. *Medición niveles de ruido.*

Equipo	Subproceso	Ruido (dB)
Satinadora, secador pulido, secador cuarto de recubrimientos	1	75 (c/u)
Prensa hidráulica, pulidora manual, pulidora Harper, seleccionadora Harper, seleccionadora, rectificador, cuarto de recubrimiento electrolítico	1,3,5	80 (c/u)
Aspiradora	1	100
Horno de fundición, centrifugadora	2	85 (c/u)
Vibradora	3	94

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 16. *Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente.*

Exposición diaria (h)	8	7-6	5-4	3	2	1	1/2	1/4	1/8
Nivel máximo permitido (dB)	90	92	95	97	100	102	105	110	115

Resolución 8321 de 1983 (Protección y conservación de la audición de la salud), Capítulo V (Emisión de ruido en los lugares de trabajo). No se permite ningún tiempo de exposición a ruido continuo o intermitente por encima de 115 dB.

Fuente: Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en ZAMAK en la empresa **Fantaxias SAS.**(26).

Tabla 17. *Tipos de procesos: Creación de subprocesos y/o Materias primas y/o materiales vs fuente y observación.*

Subprocesos/ Materias Primas / Materiales	Fuente	Fuente Primaria	Observación
Elaboración de moldes	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Fundición	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Pulido	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Baños electrolíticos	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Montaje	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Empaque y distribución	CPA		Fue necesario crearlo en la base de datos, debido a que no había uno que representara, tal como se realiza la actividad.
Mix energético colombiana	ADPA		En curso de la materia ACV, se creó para el caso Colombiano.
Agua	ADPA		En curso de la materia ACV, se creó para el caso Colombiano. En donde se cargaron los materiales como S y no como U (HCL ETH S, Iron Sulfate ETH S, H2SO4 ETH S, Truck 16t ETH S, Truck 40t ETH S).
Zamak	ADPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Se realizó la adaptación del zamak, tomando como referencia el Zamak5 I, y ADP COLOMBIA, cambiando el Zinc I (Zinc I ADP PERU), Aluminium ingots I (Aluminium ingots B250), Copper I (Copper ETH S), Magnesium I (Magnesium, at plant/RER S) y Scrap (pb I).
Zinc	ADPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Se realizó la adaptación del Zinc I por Zinc I ADP PERU, en donde se cambió el diesel de la base por el diesel modificado para Colombia (HEAT DIESEL B250 ADP Colombia), Bulk carrier I ADP Colombia, Trailer I, Energy South América I

Continúa página siguiente

Subprocesos/ Materias Primas / Materiales	Fuente	Fuente Primaria	Observación
Thinner	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del Thinner, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Toluene, liquid, at plant/ RER S y Acetone, liquid, at plant/ RER S.
Satín paste (pasta para satinado)	CPA	Se utilizó la composición del producto.	Para la creación de la pasta para satinado, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Pigments (general) I, glycerine, from vegetable oil, at esterification plant/ RER S, Aluminium oxide, at plant/ RER S, Silicon carbide, at plant / RER S* y agua industrial Fantaxias.
Stone Ship (piedra)	CPA	Se utilizó la composición del producto.	Para la creación de la piedra, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Silicon, in ground, Bauxite, in ground, Iron, in ground, Soil, unspecified, in ground.
Polish Nickel (Abrillantador de Niquel)	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del Abrillantador de niquel, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Nickel Sulfate, nickel chloride, Boricacid, anhydrous, powder, at plant/ RER S*.
Nickel Sulfate (Sulfato de Nickel)	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del sulfato de niquel, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Nickel I, Sodium Sulohate I, Water Industry Fantaxias.
Nickel Chloride	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del cloruro de niquel, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos Nickel 99.5%, at plant/ GLO S, Copper ETH S, Lead I, Iron pellets ETH S, Zinc I, Water industry Fantaxias.
Gas	ADPA		Se realizó la adaptación del natural gas, high pressure, at consumer/ DE U, cargando los compuestos de U a S.
Copper Cyanide (Cianuro de Cobre)	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del cianuro de cobre, se realizó con los siguientes elementos de la base de datos: Copper ETH S, Hydrogen Cyanide, at plant/ RER S*.
CHINESE POWDER (Talco chino)	CPA	Se utilizó hojas de seguridad para los compuestos químicos.	Para la creación del Talco chino se realizó con los siguientes elementos de la base de datos: Magnesium oxide, at plant / RER S, Water industry Fantaxias, Aluminium oxide, at plant / RER S, Iron ore, 65% Fe, at beneficiation / GLO S*.

***NOTA**: **CPA**: Creado por el autor **ADPA**: Adaptado por el autor*
**Procesos cargados como S, debido a que fueron imposible conocer. Ver capturas de pantalla en el anexo 5.*

Una vez obtenida la información primaria de las fuentes mencionadas se procede a realizar los cálculos necesarios para ingresar en el software SimaPro, en las tablas 5-11, se especifican los cálculos realizados para el inventario de ciclo de vida (ICV).

6.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA (ICV)

6.2.1 Principales Hipótesis y Limitaciones

Para el escenario de la fabricación de la hebilla, con ZAMAK en la empresa Fantaxias SAS., los datos de las diversas etapas de producción de hebillas fueron obtenidos del proyecto de grado de Estévez y Velandia (26). Por ello se considera que éstos corresponden específicamente al sistema a evaluar en términos de balance.

La principal hipótesis que se genera está relacionada a un preconcepto en las empresas metalmecánicas que tienen dentro de su proceso productivo el área de galvanoplastia, es que el subproceso de baños electrolíticos es el más contaminante, por el uso de químicos a base de cianuro. Una evaluación de impacto ambiental a través de la aplicación de la metodología de ACV por atributos, a la fabricación de una hebilla H 0788-12, permitirá confirmar la validez de este preconcepto ó si por el contrario existen otros subprocesos que generan mayor impacto ambiental y que, por consiguiente, requieran mayor atención en este nivel.

Las limitaciones presentadas fueron las de no tener suficiente información para realizar los balances de masa, para evaluar todos los subprocesos. Lo anterior hace referencia a que se excluyó el subproceso de distribución, y sólo se tuvo en cuenta el transporte para la materia prima. También, se puede considerar los aspectos sociales como una limitación, debido a la falta de interacción con el personal de la planta y el analista, a pesar de que se realizó una evaluación social; sin embargo, no contempla todo lo que encierra el análisis de ciclo de vida social.

Como complemento a lo anterior, se encuentra en la etapa de recopilación de los datos que “la calidad de los datos es media” debido a la incertidumbre en la información recopilada para el ingreso de los datos al software y adicionando que las bases de datos que se emplean en el software no son ajustadas al país.

Otra limitación fue la ausencia de algunos productos en la base de datos de SimaPro, que debieron crearse o reemplazarse por otros con características cercanas a nivel de material y composición, que se encontraban disponibles en el software.

6.2.2 Entradas y salidas para el Balance de Masa y Energía

El resumen de los principales flujos elementales y económicos que ingresan al proceso se detalla en las tablas 5-10 se presentan los diagramas de flujo de cada uno de los subprocesos.

- **Subproceso Elaboración de Moldes:** con base en los procedimientos establecidos por la empresa, se calculó la cantidad de pasta para satinado, thinner, posicionadores de ZAMAK, silicona de contacto y de relleno, talco, matriz armada, ZAMAK, agua y energía que se necesita para fabricar una tonelada de hebillas h-0788-12.
- **Subproceso de Fundición:** con base en las mediciones ambientales, realizadas a la empresa, los gases de combustión obtenidos en la tabla 14 de este estudio, obtenida del trabajo de grado de Estévez y Velandia (26), mediciones realizadas en el año 2012, se obtuvo CX HY, NO_X, SO_2, CO_2, CO, O_2.Para realizar los cálculos de la cantidad de lingotes de ZAMAK, combustible (gas natural) y talco chino.
- **Subproceso de Pulido:** en este subproceso se tiene los insumos, piedra de corte referencia 3/16, jabón líquido (4 ciclos), piedra SHIP, polvo desbarbante, energía eléctrica y agua, de ello, se obtiene como producto la hebilla pulida y como emisión el agua evaporada por secado y como vertimiento y residuo sólido, es el residuo de lodo, que contiene agua, jabón, piedra y zamak desprendido; y además como residuo sólido, el residuo proveniente del pulido en la vibradora, que contiene polvo, agua, masa piedra chip y masa perdida de hebillas. También se ingresan los datos de la caracterización de vertimiento al subproceso de pulido, presentada en la tabla 11.
- **Subproceso de Montaje:** se obtiene la hebilla armada, para ello se utiliza el alambre de hierro y los pines, residuos alambre de hierro.
- **Subproceso de Baños Electrolíticos:** en este subproceso se obtiene las hebillas armadas niqueladas secas y vertimientos de aguas residuales con concentraciones de zinc, aluminio, cobre, níquel, cianuro y grasas y aceites, para lo cual se tenía como insumos: nova clean ZAM, ácido sulfúrico para primer neutralizado, ánodos cobre metálico, cianuro de sodio, cianuro de cobre, sal de rochelle, abrillantador de cobre (alkabright), alcamiz, ánodos níquel, sulfato de níquel, cloruro de níquel, ácido bórico, contenido de base (base para níquel), abrillantador de níquel, agua para niquelado, antiporos y niplex. Además se incluyeron los datos de las concentraciones de de metales y de cianuro, grasas – aceite de los efluentes del subproceso, como se refleja en la tabla 12 y 13 respectivamente.
- **Subproceso de Empaque:** para realizar el cálculo se obtuvo 465500 hebillas empacadas en caja, para lo cual se necesitó bolsas de polietileno y cajas de cartón corrugado.

6.2.3 Caracterización de los Flujos Elementales

En la asignación de flujos, de emisiones y vertidos, que se hacen en el balance de masa, a partir de los diagramas de flujo, el análisis y cálculo de datos se realizó el balance de materia, en donde se puede observar las entradas y salidas de cada subproceso. Ver tablas 5-16.

6.2.4 Criterios de Asignación en Procesos Multifuncionales

Los flujos elementales se encuentran en toda su extensión en las tablas 5-10; sin embargo, se presenta el resumen de los principales flujos a continuación:

- En el subproceso de fundición, en la corriente F11, hay una regla de asignación másica que tiene correspondencia con el sentido económico del subproceso.
- En el subproceso de fundición, en la corriente F9, se le asigna el 27% al ZAMAK fundido y el 73% al ZAMAK re-circulado.
- En el subproceso de fundición, en la corriente F9 se declara la diferencia entre F1 y F9, como un co-producto, debido a que tiene valor y va para otras líneas.
- El subproceso de pulido, en la corriente P25, se declara como producto evitado, debido a que éste se vuelve a fundir y en la fundición queda como un co-producto, ya que se utiliza para las otras líneas.
- En el subproceso de pulido, en la corriente P14, se realiza una regla de asignación de la corriente P12, hebillas descartadas.

6.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO DE CICLO DE VIDA

Para llevar a cabo la evaluación de impactos, se seleccionó el método IMPACT 2002+. Este es un método de alta gama que permite identificar 15 categorías de impacto, sobre todo en aspectos relativos a toxicidad y a contaminación atmosférica a nivel de la tropósfera y de salud a través de los cancerígenos, que son aspectos críticos en este tipo de industrias.

La evaluación se acoge a la norma y utiliza el análisis de caracterización y normalización, para identificar los más relevantes para este estudio, en cada uno de los cuatro escenarios de análisis considerados, como se tratará de manera ampliada en el capítulo siguiente.

Una vez aplicados estos dos enfoques, fue posible priorizar o centrar la interpretación del estudio en diez categorías: carcinogénicos, no carcinogénicos, respiratorios inorgánicos, agotamiento de la capa de ozono, respiratorios

orgánicos, ecotoxicidad acuática, ecotoxicidad terrestre, acidificación acuática, calentamiento global y acidificación terrestre.

También se utiliza la facilidad que ofrece el software para discriminar el aporte ambiental de procesos o subprocesos individuales, también conocido como análisis de contribución y se acude a la posibilidad que ofrece el método IMPACT 2002+ para calcular indicadores de punto final para los siguientes aspectos: calidad del ecosistema, salud humana, recursos y cambio climático, cuyos métodos de ponderación han sido mantenidos conforme al estándar internacional, incorporado internamente en el software. Esta facilidad de análisis, es fundamental para discutir el nivel de daño en el receptor del impacto.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS GENERAL DEL CICLO DE VIDA COMPLETO - HEBILLA TERMINADA CON ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA

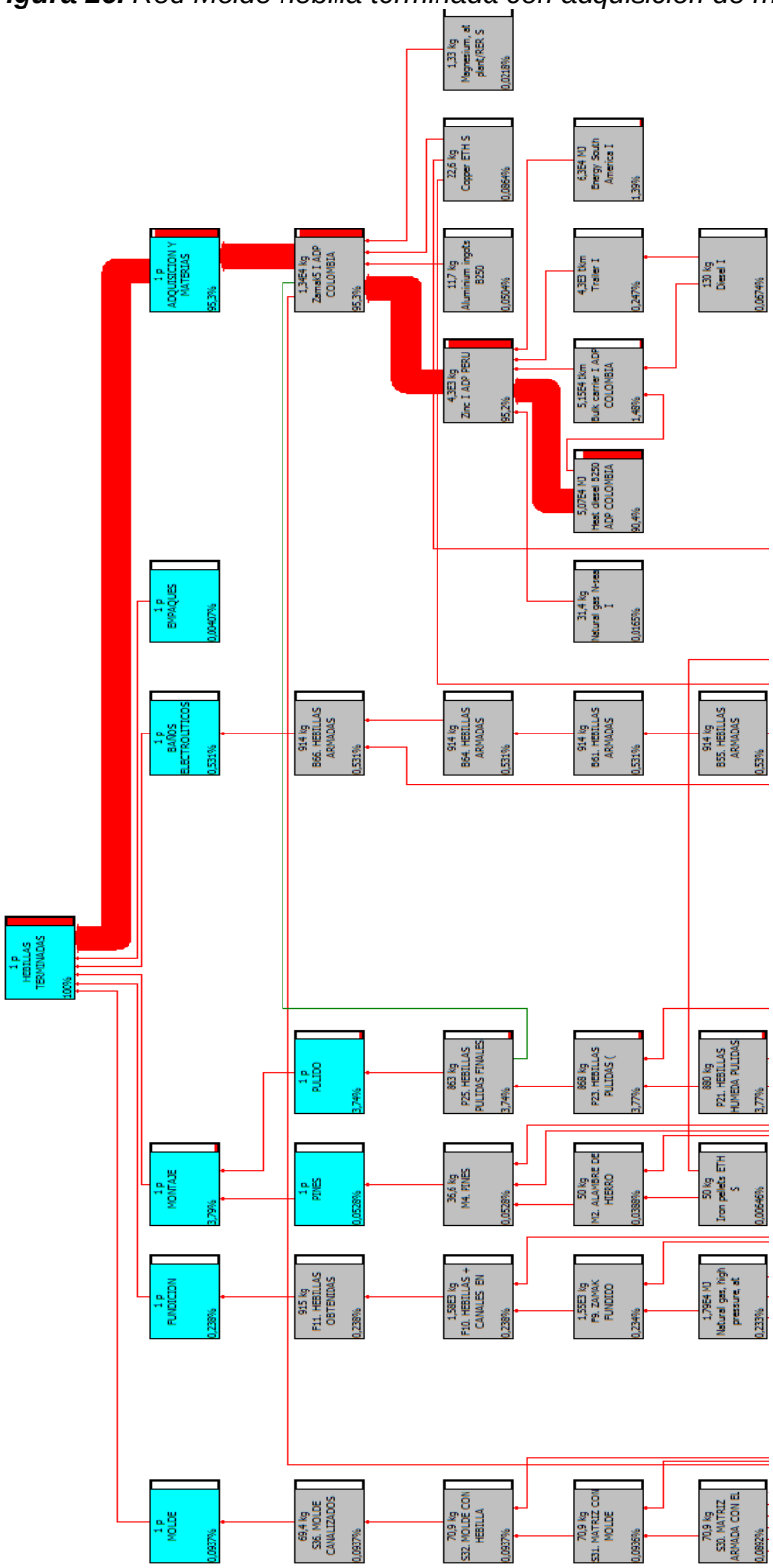
Para el estudio, el sistema proceso fue recreado como árbol de proceso o ensamblaje general, constituido por 6 sub-ensamblajes (cuadros azules en la figura 16), cada uno dedicado a uno de los subprocesos descritos en el capítulo 6 sobre descripción y límites del sistema. Estos son: elaboración de molde, fundición, pulido, montaje, acabados con baño electrolítico y empaques.

El modelamiento se hace apoyado en el método IMPACT 2002+, utilizando la propiedad de “score o puntuación única” para generar líneas de SANKEY que demarcan las rutas o procesos que concentran el mayor impacto ambiental en el sistema producto. Este resultado se muestra en la figura 17 con un corte en la visualización para los procesos con un aporte ambiental superior al 0,004%.

En la figura 10 no se registra el subproceso de distribución y transportes, debido a que al corte del 0,004% no es visible por su baja contribución, del orden del 5,27 E-5%; sin embargo, en el anexo 6 se muestra la conformación de este sub-sistema que incluye transportes de materia prima, transportes de insumos y transportes de empaque. Aquí también se observa que la adquisición de materias primas fue la etapa de mayor concentración del impacto ambiental acumulado.

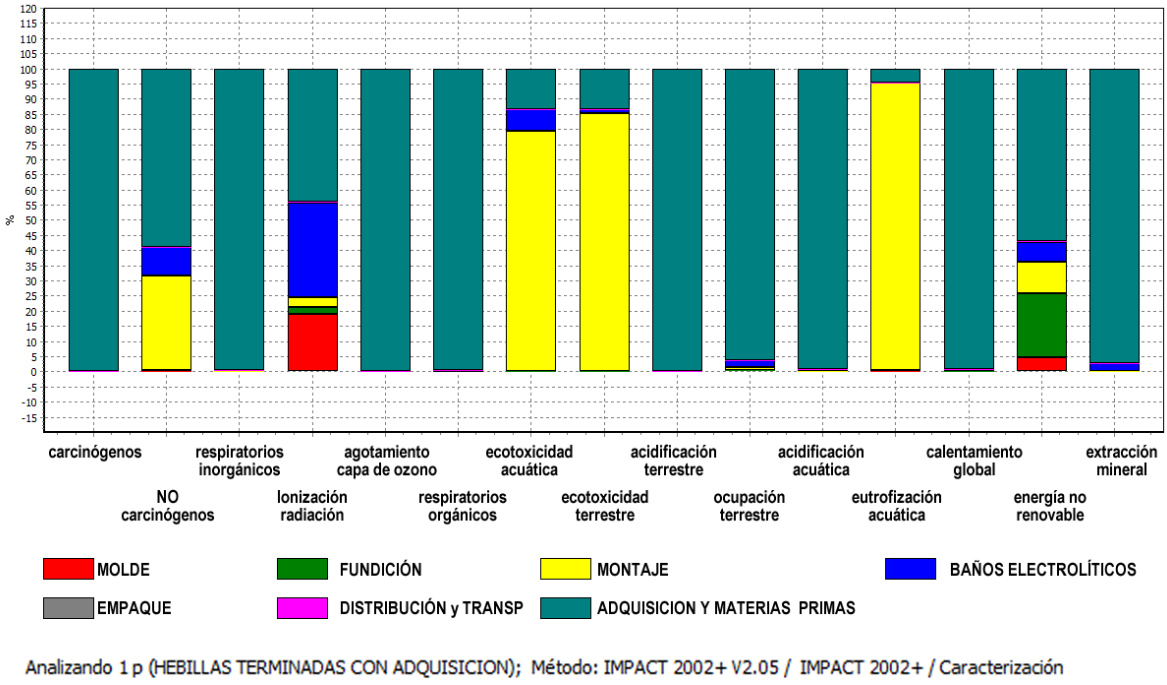
De la misma manera, también en la figura 16, es evidente que el mayor impacto, lo genera la etapa de adquisición de materia prima, ya que el resultado arrojado por SimaPro muestra una línea roja gruesa que indica la mayor influencia de esta etapa en el proceso de fabricación. Esto se confirma también en la figura 17, en donde la etapa de adquisición de materia prima es muy influyente en casi todas las categorías de impacto.

Figura 16. *Red Molde hebilla terminada con adquisición de materias primas.*



Las diez categorías de impactos mencionadas anteriormente están representadas en la figura 17, y sus contribuciones son: carcinogénicos 99,5%, no carcinogénicos 60%, respiratorios inorgánicos 99%, agotamiento de la capa de ozono 99%, respiratorios orgánicos 99%, ecotoxicidad acuática 14%, ecotoxicidad terrestre 13%, acidificación terrestre 99,5%, acidificación acuática 99% y calentamiento global 98%.

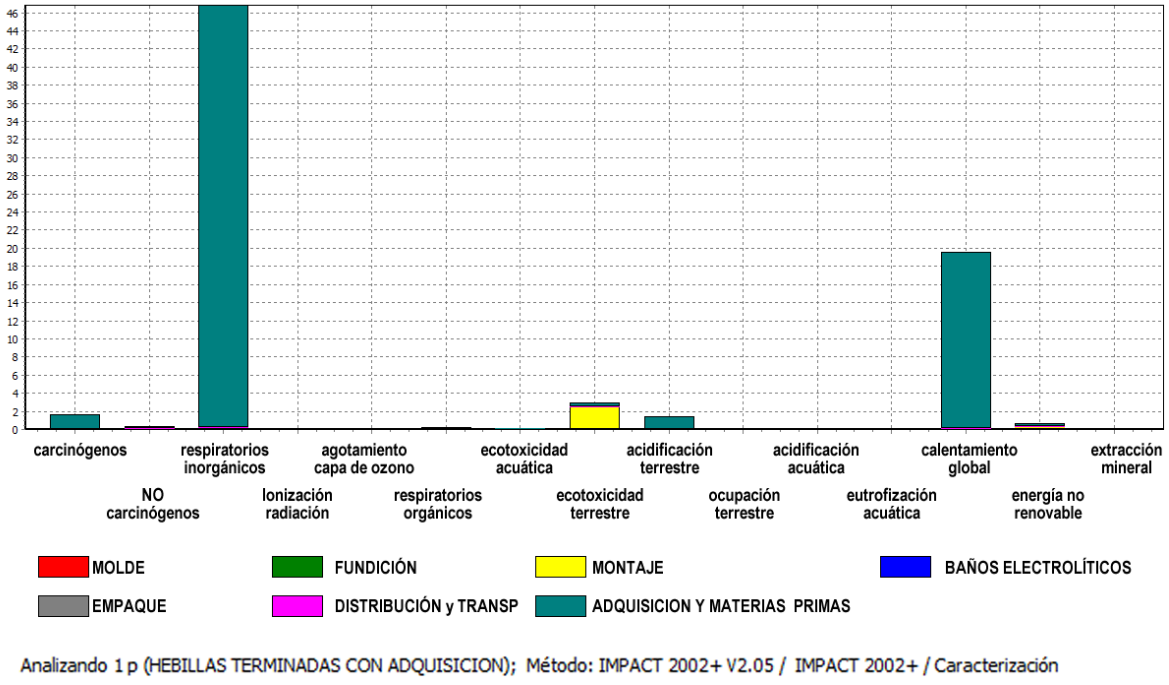
Figura 17. *Caracterización hebilla terminada con adquisición de materias primas.*



Analizando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS CON ADQUISICION); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / Caracterización

El análisis de normalización de la figura 18 revela que hay cuatro categorías preponderantes como son: cancerígenos, respiratorios inorgánicos, acidificación terrestre y calentamiento global, conexas a la adquisición de materias primas, y un aspecto de ecotoxicidad terrestre relevante, en el subproceso montaje.

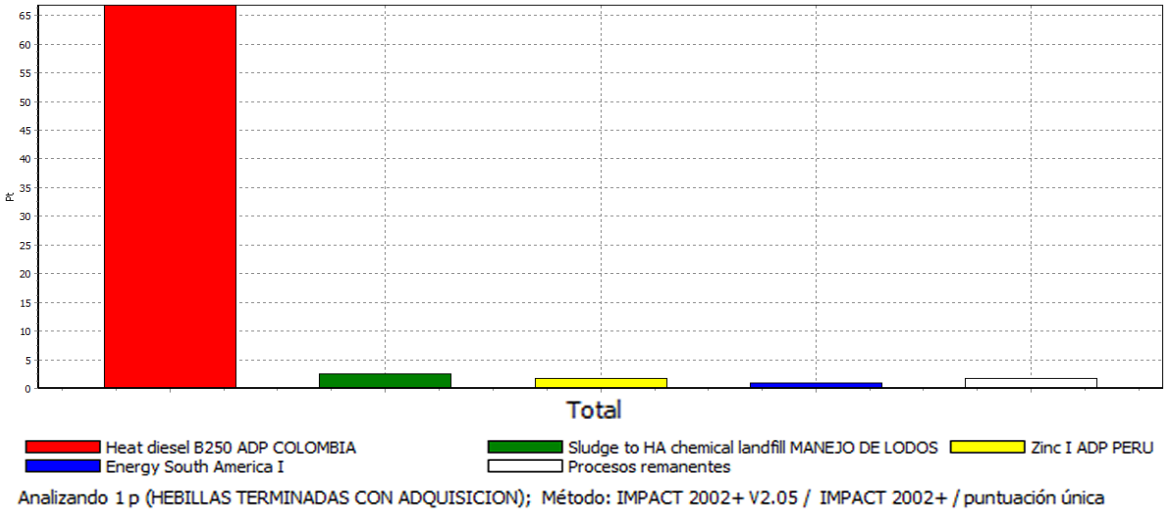
Figura 18. *Normalización hebilla terminada con adquisición de materias primas.*



Por su parte, el análisis de contribución de la figura 19, revela como los transportes que utilizan combustible diésel para materias primas como el zinc, que es la base del Zamak (elaborado en Bogotá), cabe resaltar que el zinc es importado desde el Perú[1], concentran el mayor peso ambiental de este sub-sistema. En segundo nivel, aparece el manejo y envío de los lodos que se generan en el subproceso de pulido que debe considerarse como muy relevante en el resto de la evaluación de impacto. Actualmente los lodos producidos, son secados y enviados sin tratamiento adicional, al relleno sanitario municipal.

[1] Para este estudio se incluyó en la frontera incluyendo los transportes de la materia prima desde Perú

Figura 19. *Contribución hebilla terminada con adquisición de materias primas al 1%.*



7.2 ACV DE LA HEBILLA TERMINADA ENFOCADA EN LA PUERTA DE LA EMPRESA

La adquisición de materias primas tiene mucha incidencia en el impacto ambiental del sistema producto objeto de este estudio ACV, como se evidenció en el numeral 7.1. No obstante, el nivel de autonomía y capacidad que tiene la empresa para introducir mejoras ambientales al respecto es muy bajo, debido a que la materia prima es importada y no sería fácilmente reemplazable por material colombiano.

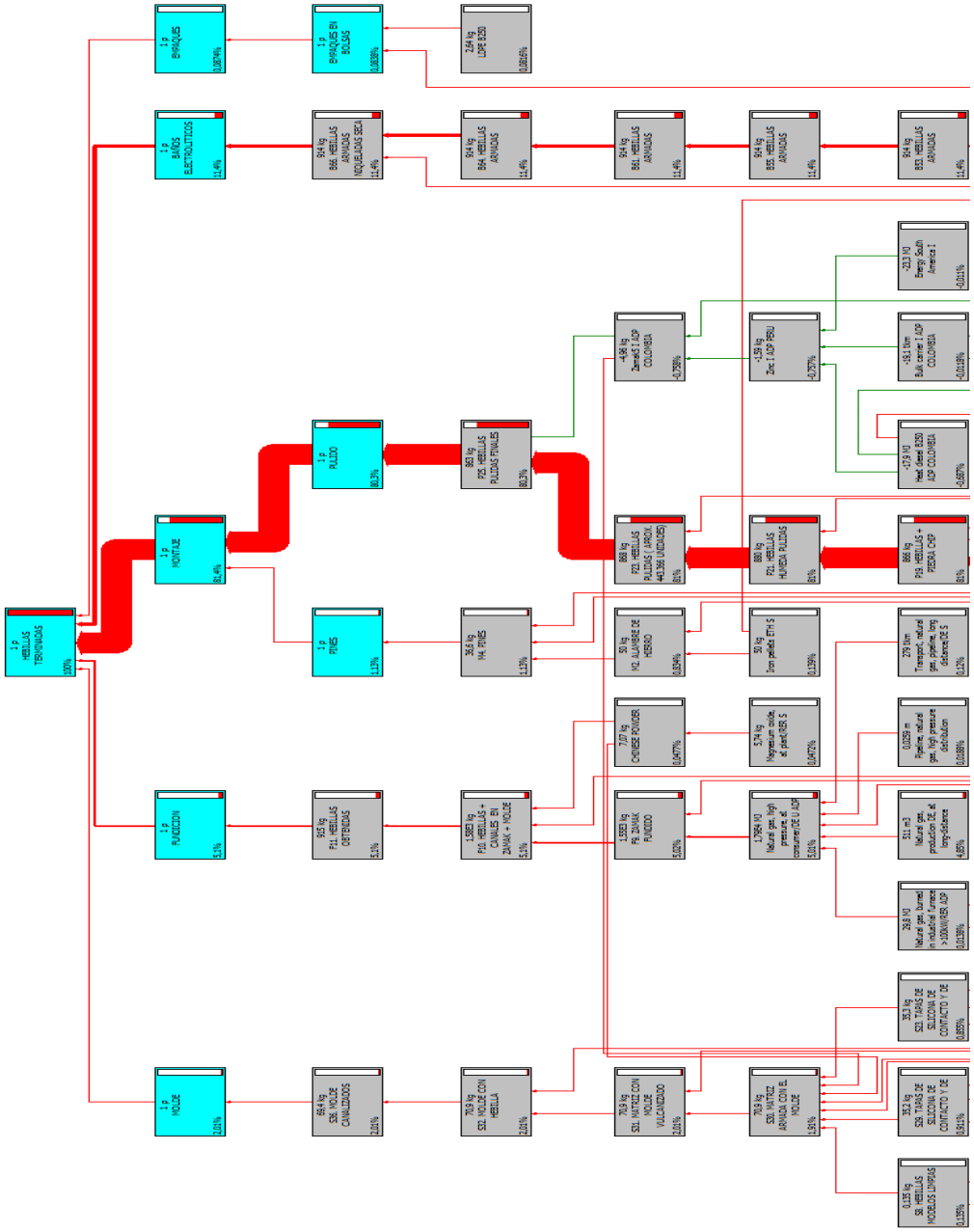
Por esta razón, se replanteo la frontera del sistema excluyendo la adquisición de materia prima, para centrar el estudio a límites entre "puertas" más cercanas, de tal manera que sea posible orientar el análisis hacia acciones de mejoras que la empresa pueda implementar más fácilmente.

Siguiendo la misma estructura del análisis precedente, procedemos a desarrollar en esta sección la discusión del árbol de proceso y los respectivos análisis de caracterización, normalización y contribución.

La figura 20 muestra el proceso de elaboración de hebilla. Se resaltan en azul los subprocesos de su elaboración y se toma como criterio de corte de contribución para la gráfica el 0,005%, por lo que no pueden verse los 131 procesos que componen el resultado de la red de moldes completa. El Anexo 6 muestra la red global y también la red discriminada por cada subproceso. El árbol de procesos de la figura 20 evidencia que los subprocesos de elaboración de molde, fundición y baños electrolíticos, son los que generan mayor concentración en porcentajes de impactos ambientales, como muestra la línea roja de mayor grosor. Esta red está compuesta por un ensamblaje principal llamado hebilla terminada, ensamblaje secundarios llamados, de acuerdo a los subprocesos de elaboración, así: molde,

fundición, montaje baños electrolíticos y empaques, en donde montaje tiene dos sub ensamblajes, el de pines y el subproceso de pulido.

Figura 20. *Red Molde hebilla terminada sin adquisición de materia prima.*



El análisis de caracterización de la hebilla terminada (figura 21), muestra los siguientes resultados: iniciando con la categoría de carcinogénicos, el subproceso de baños electrolíticos tiene una incidencia del 70% y un menor porcentaje para molde y fundición, mientras el montaje tiene una contribución positiva que quiere

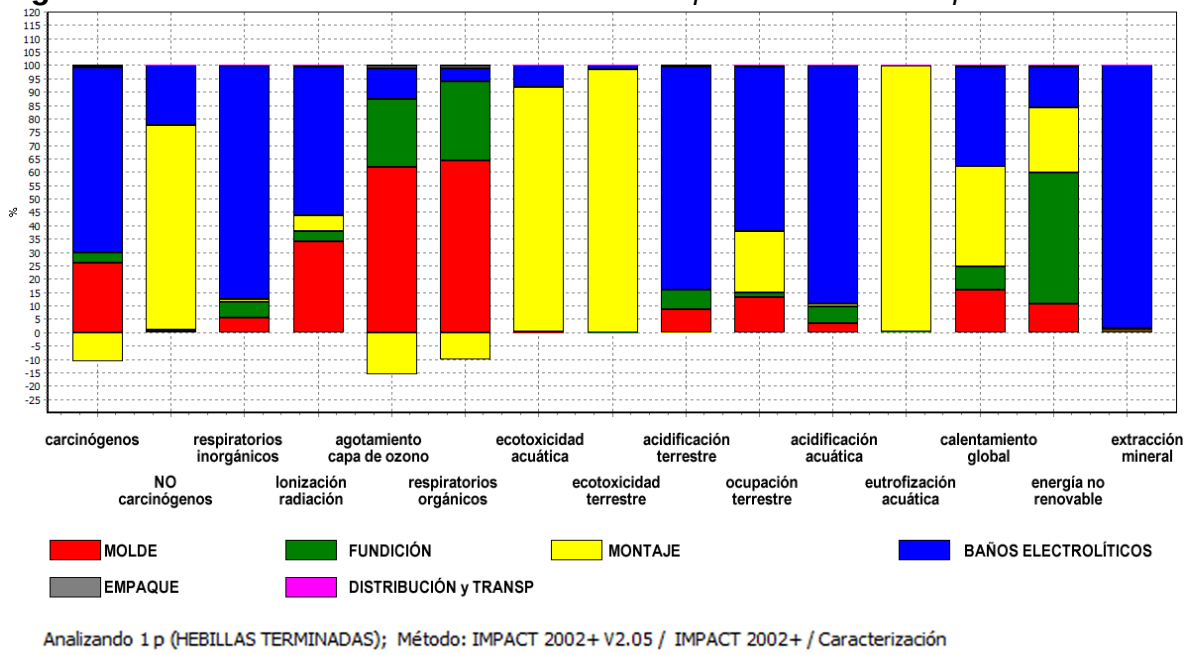
decir que se genera un impacto benéfico para el medio ambiente debido a que se re-usa el ZAMAK y así se evita que deba producirse.

Por su parte, la categoría de no carcinogénicos que contribuye con el 76% y el baño electrolítico 23%. En respiratorios inorgánicos, el 87% del impacto lo genera el baño electrolítico y un menor porcentaje fundición y molde. Para la categoría de agotamiento de la capa de ozono, 62% de contribución de elaboración de molde y el restante lo comparten fundición y baño electrolíticos, el montaje también produce en este subproceso un impacto positivo. Con respecto a la categoría de respiratorios orgánicos, se puede señalar que un 65% corresponde al subproceso de molde y otras contribuciones menores de fundición y baños electrolíticos.

En la categoría de impacto de ecotoxicidad acuática, el subproceso de montaje tiene un 90% de influencia y baños electrolíticos el sobrante. En la categoría de ecotoxicidad terrestre, el montaje consume el 98% del impacto total. La categoría de acidificación terrestre, el 85% del impacto lo produce el subproceso de baños electrolíticos, el restante lo producen fundición y molde. La categoría de acidificación acuática, baños electrolíticos impacta en un 90% acompañado de molde y fundición. Finalmente, la categoría de calentamiento global, los subprocesos de baño electrolíticos y montajes suman el 70% del total y molde y fundición complementan los aportes restantes a esta importante categoría.

Adicionalmente, se observa que en los resultados presentados en la figura 21, los subprocesos de baños electrolíticos, montaje y molde, son los que se reflejan en mayor medida en las categorías de impacto ambiental evaluadas. Además, el subproceso de montaje muestra impactos positivos en algunas categorías, debido a que se incluyó el reciclado del ZAMAK sobrante de las rebabas y canales de los moldes en el subproceso de fundición.

Figura 21. *Caracterización hebilla terminada sin adquisición de materia prima.*



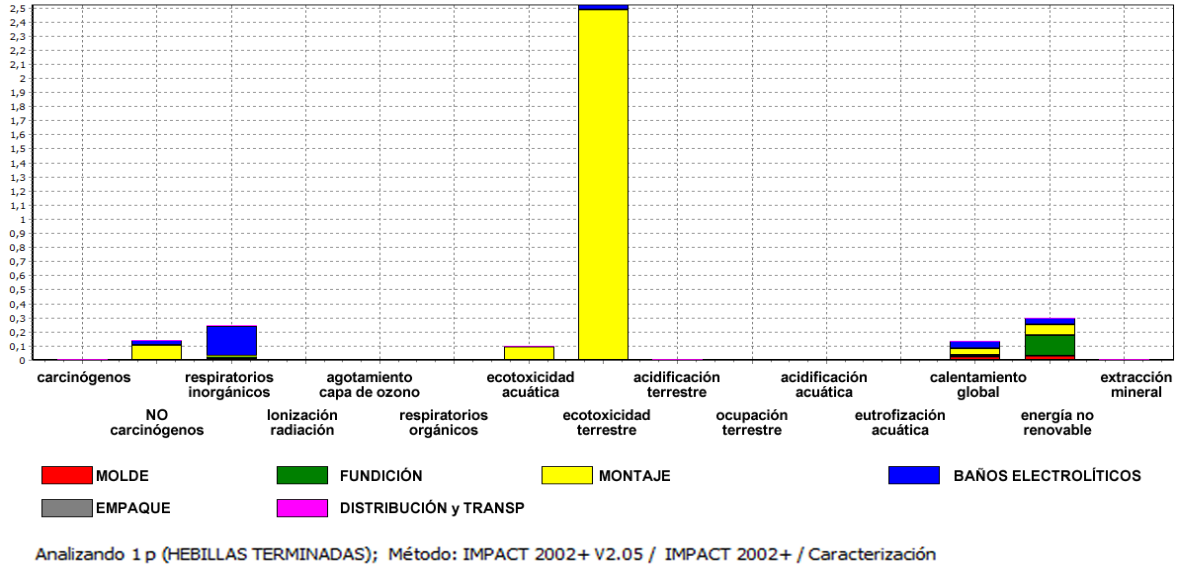
Analizando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / Caracterización

Se observa que en los resultados entregados por la figura 21, los subprocesos de baños electrolíticos, montaje y molde, son los que se reflejan en mayor medida en las categorías de impacto ambiental evaluadas. Además, el subproceso de montaje muestra impactos positivos en algunas categorías, debido a que se incluyó el reciclado del ZAMAK sobrante de las rebabas y canales de los moldes en el subproceso de fundición.

En el análisis de normalización presentado en la figura 22, se confirma que hay cuatro categorías de impactos locales y una categoría de impacto global que son preponderantes en el sistema producto. Las categorías de impacto local que marcan mayor impacto potencial son: contaminantes no cancerígenos, respiratorios inorgánicos, ecotoxicidad acuática y ecotoxicidad terrestre y el global evaluado es calentamiento global.

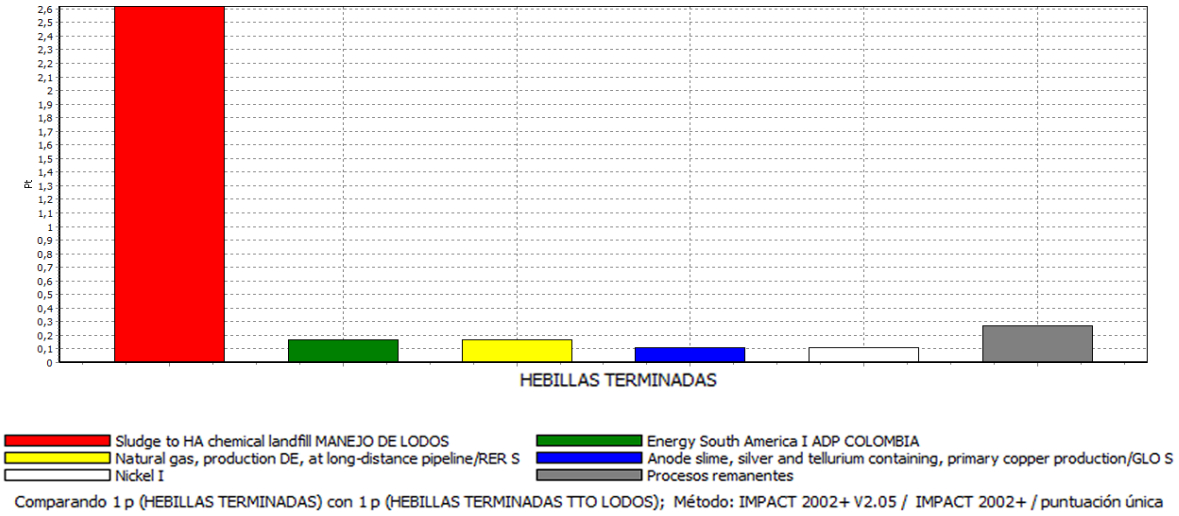
También el análisis combinado de las figuras 21 y 22 (Caracterización y Normalización) muestra que los subprocesos de montajes y baños electrolíticos son dos subprocesos que deben captar la atención para la implementación de las estrategias de mejora ambiental. Aunque la categoría de energías renovables no se seleccionó para ser evaluada, en la gráfica de normalización se observa que el subproceso de fundición requiere reducir el consumo de energía no renovable, que en este caso es el gas natural.

Figura 22. *Normalización hebilla terminada sin adquisición de materia prima.*



Finalmente, desde la perspectiva de contribución de proceso se hace evidente que el manejo de los lodos en el relleno sanitario, el consumo del gas natural y la energía eléctrica, realizan los mayores impactos ambientales adversos, con la particularidad de que los lodos producidos en el subproceso de pulido, muestran sin duda ser el subproceso de mayor impacto, como se observa en la figura número 23, lo cual representa un descubrimiento importante del estudio, dado que este flujo ambiental no estaba siendo considerado con esta relevancia al inicio del mismo.

Figura 23. *Contribución hebilla terminada sin adquisición de materia prima, visualizada al 3%.*



7.3 ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD GENERAL

Dado que el Análisis de Ciclo de Vida se ha realizado en una perspectiva de atributos, se hace necesario crear algunos escenarios que permitan valorar la sensibilidad de algunos de los atributos tecnológicos que, de acuerdo al análisis, tienen incidencia significativa sobre los resultados del estudio de impacto ambiental. Otro nivel de análisis de sensibilidad puede aplicarse cuando alguna regla de asignación de impactos se aparta de manera significativa a la recomendación de la norma ISO 14040/44, es decir asignación másica o económica.

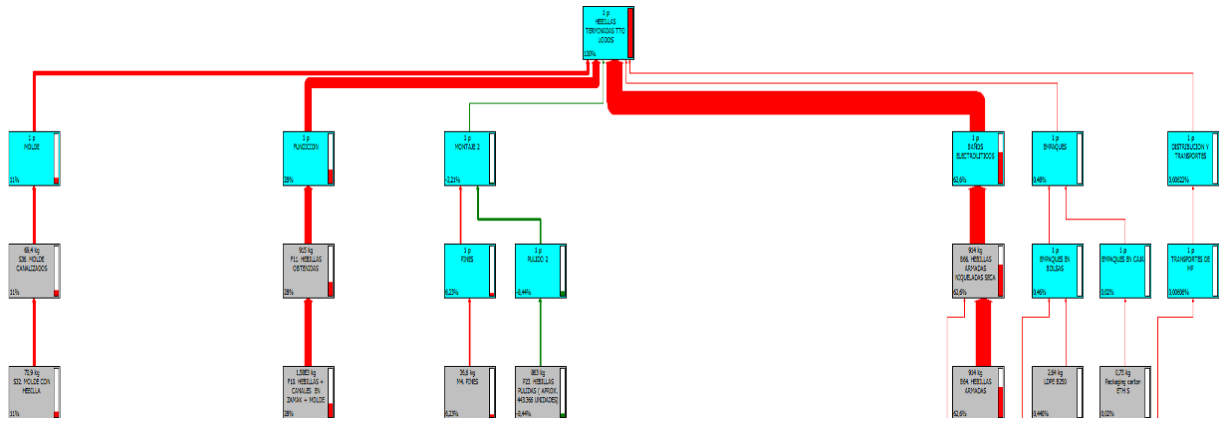
Dado que este estudio no se aparta de este punto de la norma, el análisis realizado se hace modificando un atributo tecnológico del sistema producto. En este caso, sobre la estrategia de manejo y disposición de lodos, cuya producción está asociada al sub-proceso pulido y que ha manifestado tener un impacto significativo superior a los baños electrolíticos2, que se habían visualizado en principio como principal foco de impacto ambiental.

De acuerdo a esta perspectiva, la modificación tecnológica del atributo que se considera, es el manejo del lodo como residuo valioso, que puede reemplazar fuera de las esferas del sistema, un fertilizante a base de fósforo y nitrógeno, lo cual se planteó debido a la composición química de este material, que tiene potencial como abono, como lo muestra el estudio de proyecto de grado de Ruiz (24) en el que se realiza un análisis de laboratorio a la composición química de estos lodos. En las capturas del Anexo 5 se muestran detalles adicionales de las modificaciones de este escenario.

La red de molde figura 24, presenta que el uso del lodo como fertilizante, muestra un impacto positivo significativo en el subproceso de montaje, representado por una línea verde que llega del subproceso de pulido, esta función tecnológica está evitando un impacto fuera de la frontera del sistema producto inicialmente considerado. De la misma manera se observa que al reducir el impacto de los lodos, la línea roja de mayor grosor, que representa mayor impacto ambiental negativo, se traslada al subproceso de baños electrolíticos.

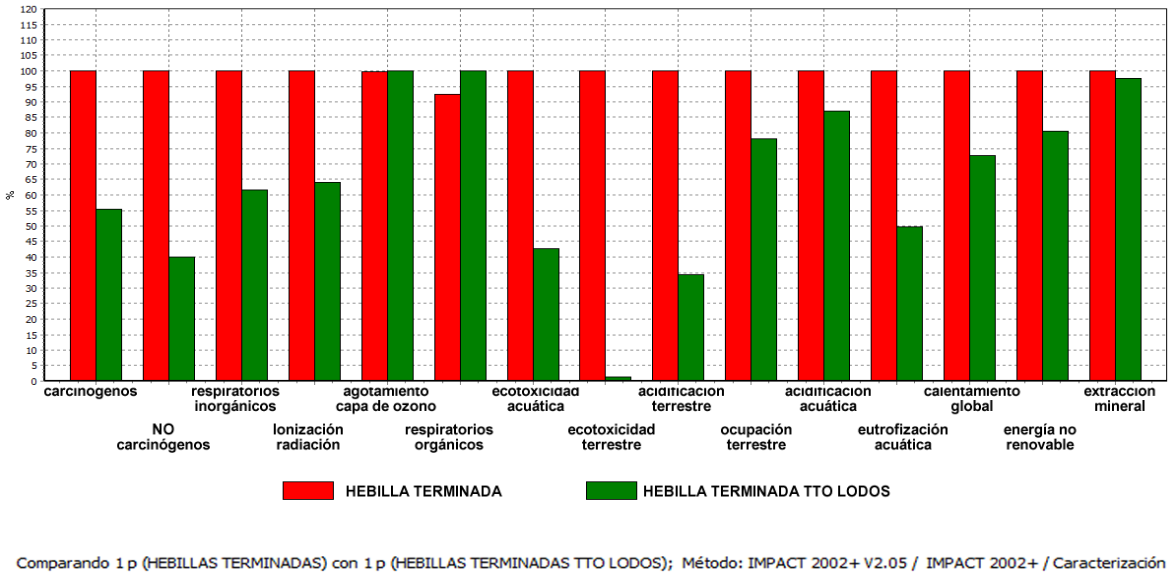
[2]Se descartó hacer un análisis similar sobre los baños electrolíticos debido a que no se tenía la información suficiente para modelar las entradas, las salidas, las huellas ambientales específicas de tecnologías alternativas o “no cianuradas”.En efecto, esto equivaldría a aplicar un enfoque del análisis de ciclo de vida comparativo de esta alternativa con el caso base, debido a la modificación significativa que introduce esta variante tecnológica sobre el ciclo de vida.

Figura 24. *Red Molde hebilla terminada sin adquisición de materia prima y con tratamiento lodos.*



En el análisis de caracterización representado en la figura 25, se observa que de las 10 categorías de impacto evaluadas, solo en ecotoxicidad terrestre el cambio tecnológico produce una mejora poco significativa, las nueve restantes producen resultados positivos relevantes. El mayor impacto positivo generado por el cambio tecnológico, se ve reflejado en las categorías de impacto evaluadas de agotamiento de capa de ozono y respiratorios orgánicos.

Figura 25. *Caracterización hebilla terminada sin adquisición de materia prima Vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos.*

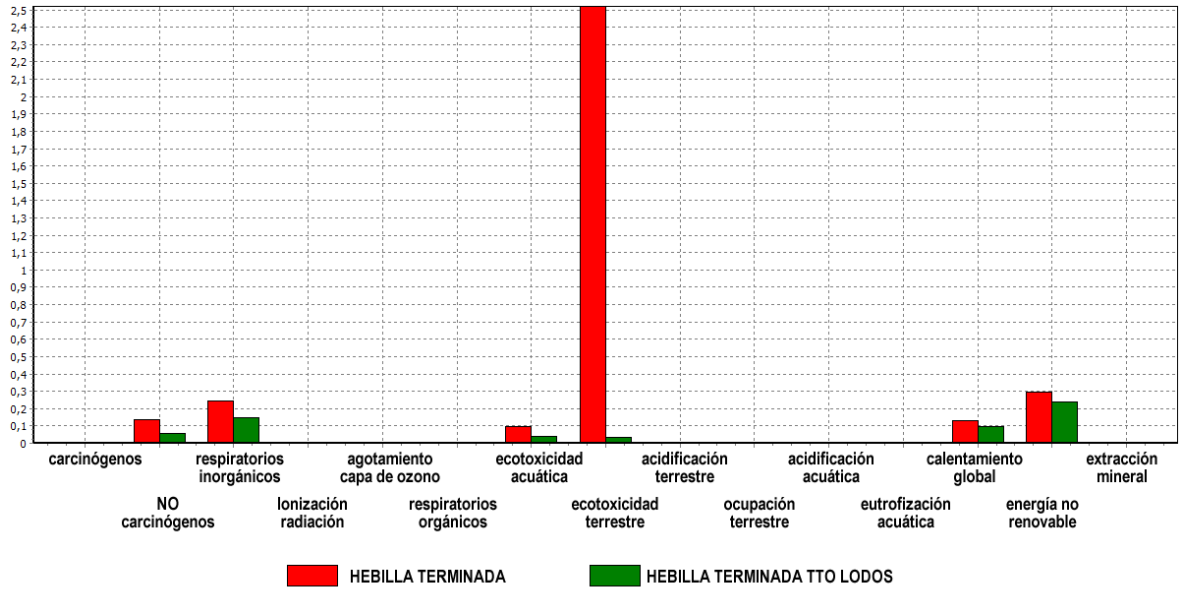


Comparando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS) con 1 p (HEBILLAS TERMINADAS TTO LODOS); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / Caracterización

En la normalización hebilla terminada de la Figura 26, se presenta el análisis comparativo, que nos revela que en términos absolutos la mayoría de las mejoras se encuentran en: No carcinogénicos, respiratorios inorgánicos, ecotoxicidad acuática y terrestre y calentamiento global. La disminución de impactos en la categoría de respiratorios inorgánicos se debe a que hay una disminución de

aerosoles y material particulado que es típica en la generación del lodo. Finalmente, habría que acotar que la mejora significativa de la categoría de ecotoxicidad terrestre y acuática, se debe a que se evita muy posiblemente la generación de lixiviados en el relleno sanitario.

Figura 26. *Normalización hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos.*



Comparando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS) con 1 p (HEBILLAS TERMINADAS TTO LODOS); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / Caracterización

En cuanto al análisis de contribución por proceso reflejado en la figura 27, se observa que el amonio nitrato fosfato está siendo reemplazado fuera de las fronteras del sistema por el manejo de los lodos. Sin embargo, esta gráfica no se puede mostrar de manera comparativa, con los escenarios de hebilla terminada y hebilla terminada con tratamiento de lodos, por esto se muestra un análisis comparativo de los dos escenarios en la tabla 6.

De acuerdo a lo anterior, se realiza una comparación entre la figura 25 y la figura 26, y se muestran los resultados del software en forma de datos, teniendo en cuenta las contribuciones de los procesos internos de mayor impacto, el resultado muestra que el total de los procesos tiene una disminución en puntos ambientales de 2.815 y el manejo de lodos, una disminución de 2.618 puntos ambientales, tal como se observa en la Tabla 18.

Figura 27. *Contribución hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos, visualizada al 2%.*

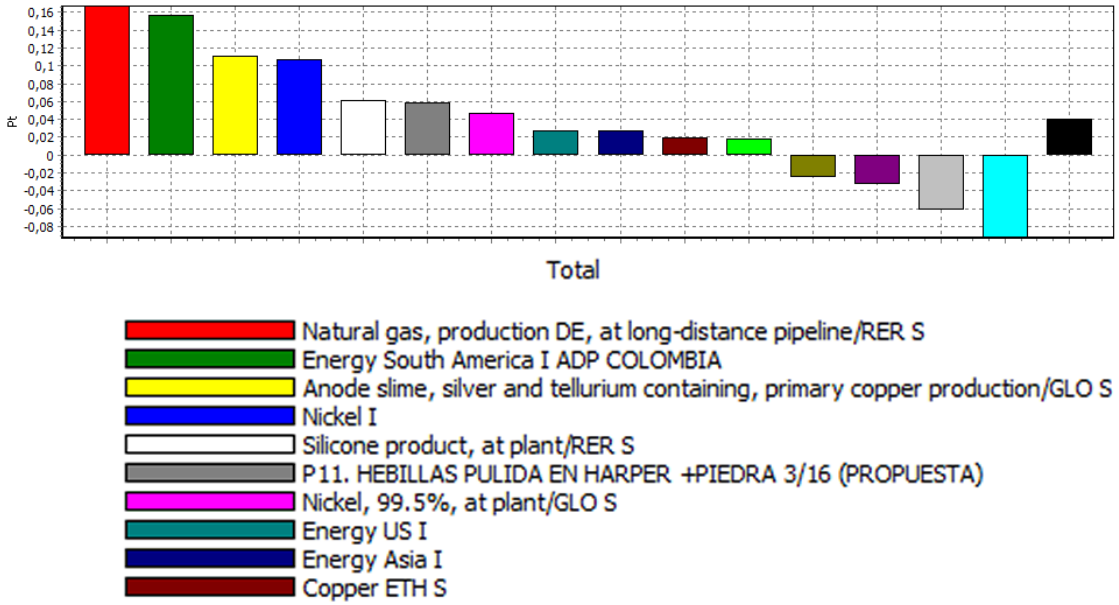
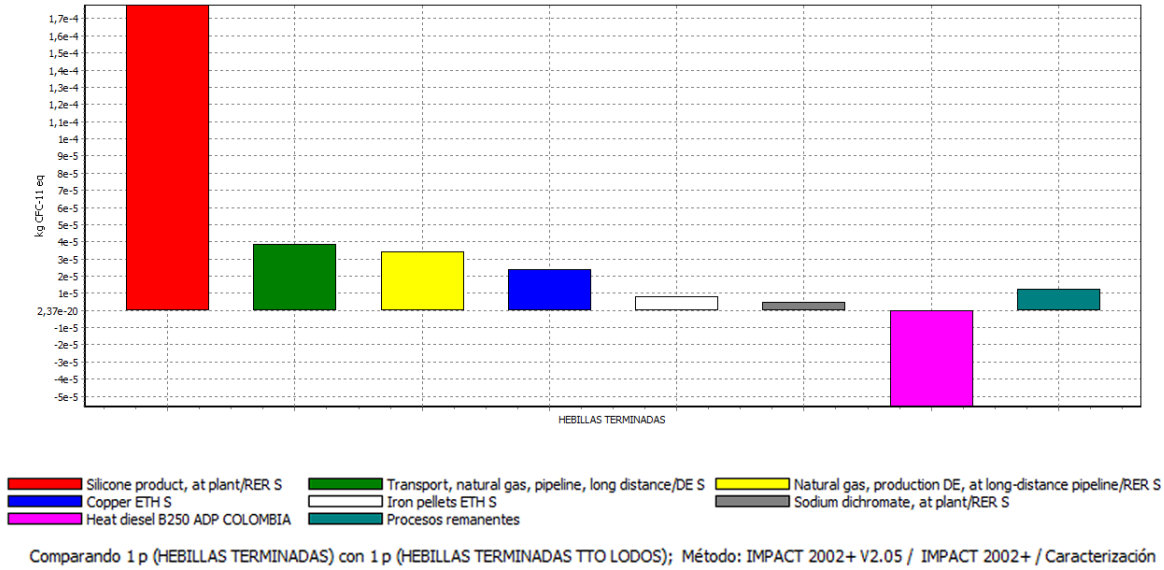


Tabla 18. *Comparación contribución de proceso hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento lodos.*

No	Proceso	Proyecto	Unidad	HEBILLAS TERMINADAS SIN ADQUISICIÓN. MATERIA PRIMA	HEBILLAS TERMINADAS SIN ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA CON TRATAMIENTO DE LODOS
	Total of al processes		Pt	3,441643724	0,626440356
	Procesos remanentes		Pt	0,27195724	0,085529295
1	Sludge to HA chemical landfill MANEJO DE LODOS	FABRICACION DE HEBILLAS	Pt	2,618157861	x
2	Energy South América I ADP COLOMBIA	FABRICACION DE HEBILLAS	Pt	0,167149166	0,156531604
3	Natural gas, production DE, at long-distance pipeline/RER S	Ecoinvent system processes	Pt	0,167008441	0,167008441
4	Anode slime, silver and tellurium containing, primary copper production/GLO S	Ecoinvent system processes	Pt	0,110229985	0,110229985
5	Nickel I	IDEMAT 2001	Pt	0,107141031	0,107141031

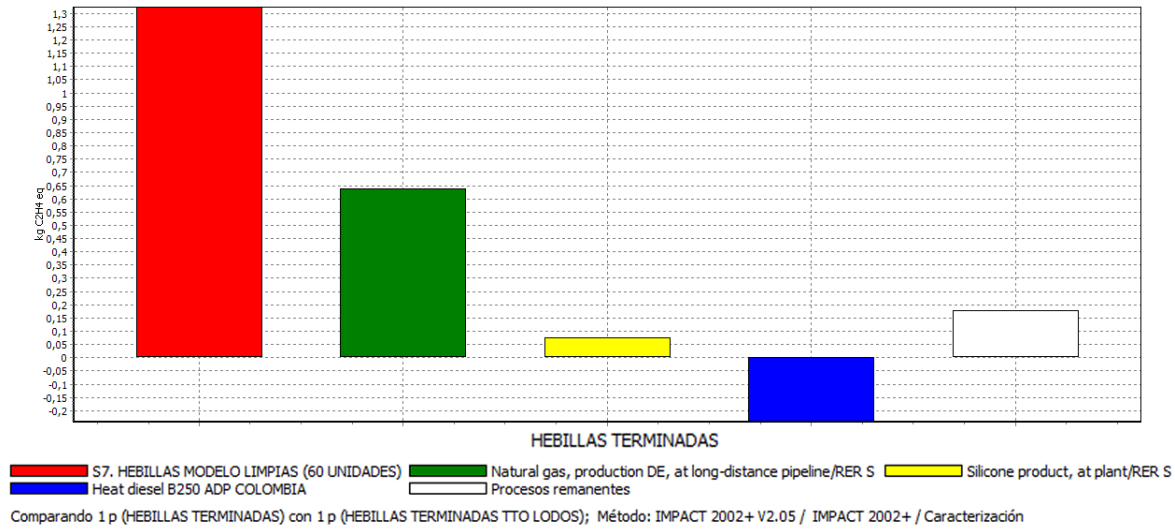
El análisis de contribución por procesos en la categoría de impacto de destrucción de la capa de ozono y respiratorios orgánicos muestra que el mayor impacto es producido por la silicona empleada para el producto (ver figura 28).

Figura 28. *Contribución por proceso destrucción de la capa de ozono, visualizada al 2%, de la hebilla terminada sin adquisición de materias primas con tratamiento de lodos.*



En la figura número 29, contribución por proceso de la categoría respiratorio orgánico al corte del 2%, se observa que tiene mayor impacto la hebilla modelo limpia, el gas natural y la silicona.

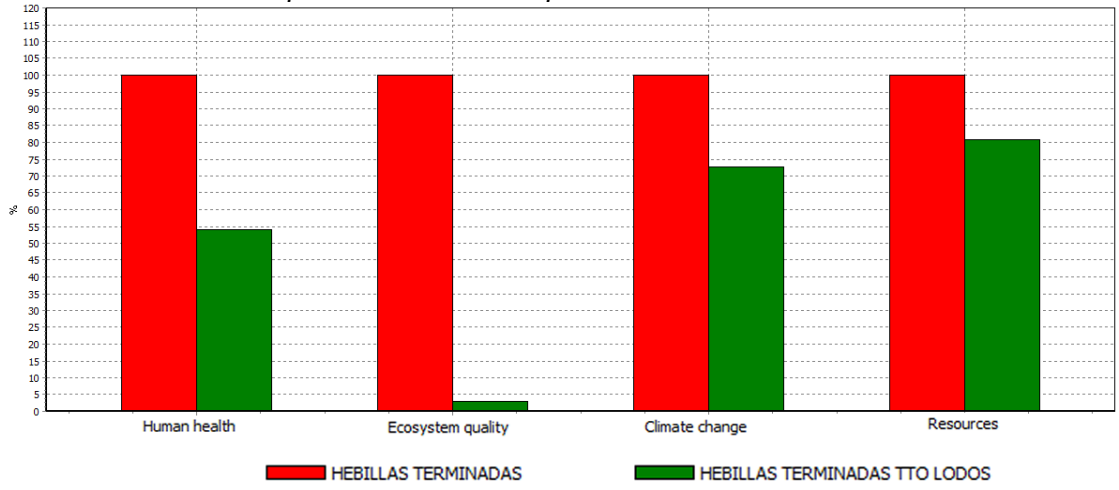
Figura 29. *Contribución por proceso de la categoría respiratorio orgánico, visualizada al 2%, de la hebilla terminada sin adquisición de materias primas con tratamiento de lodos.*



7.4 ASPECTOS ADICIONALES DEL ANÁLISIS AMBIENTAL

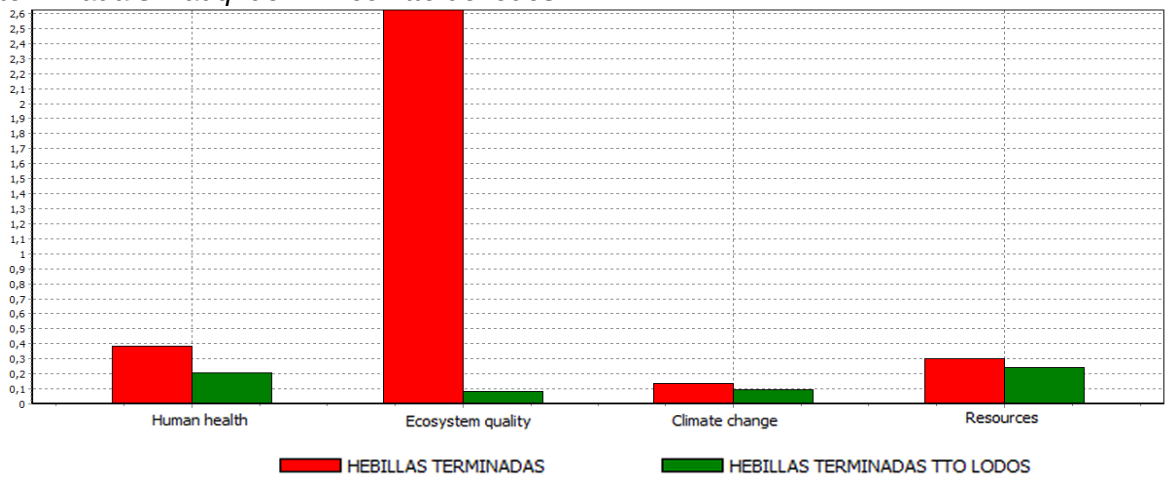
Debido a la naturaleza del proceso se ha considerado pertinente, incluir un breve apartado al análisis de indicadores de impacto ambiental de punto final. En efecto, cuatro de las categorías relevantes de punto medio, tienen influencia directa al daño de la salud humana y al ecosistema, tal como se observa en la Figura 30, en donde se muestra la evaluación del daño en el escenario línea base, respecto al escenario con lodos manejados como fertilizantes, donde se registra la disminución de los impactos en las cuatro categorías salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos.

Figura 30. *Evaluación del daño hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos.*



Comparando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS) con 1 p (HEBILLAS TERMINADAS TTO LODOS); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / evaluación del daño

Figura 31. *Evaluación del daño normalización hebilla terminada sin adq. de M.P vs hebilla terminada sin adq. de M P con tto de lodos.*

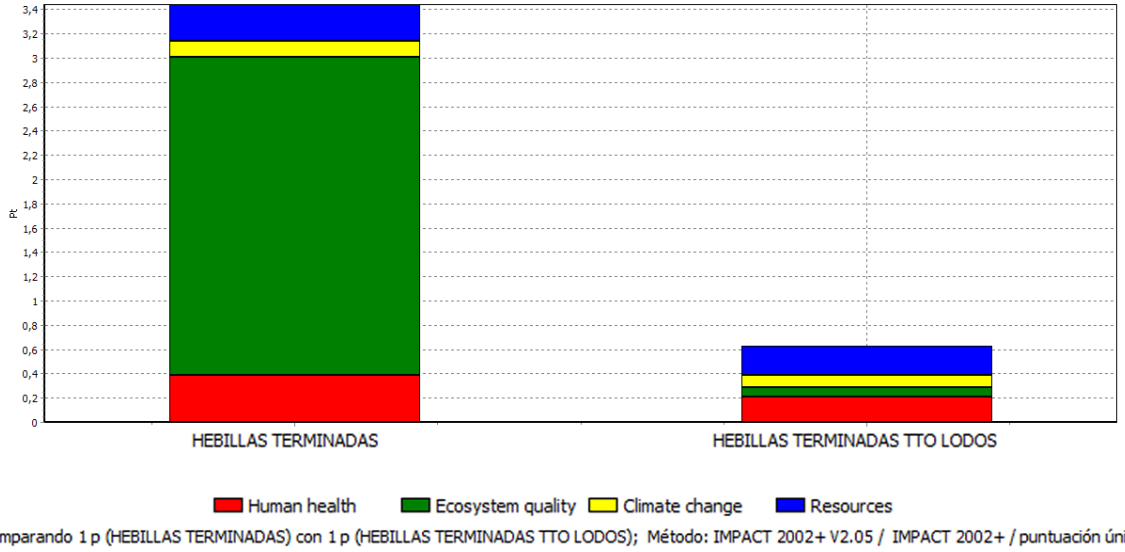


Comparando 1 p (HEBILLAS TERMINADAS) con 1 p (HEBILLAS TERMINADAS TTO LODOS); Método: IMPACT 2002+ V2.05 / IMPACT 2002+ / normalización

Figura 31, se presenta la evaluación del daño normalización hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos, reconociendo la disminución de los impactos en las cuatro categorías salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos.

En la Figura 32, se observa la evaluación del daño puntuación única del proceso de la hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos, en donde se evidencia la disminución de los impactos en las cuatro categorías salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos.

Figura 32.*Evaluación del daño puntuación única hebilla terminada sin adquisición de materia prima vs hebilla terminada sin adquisición de materia prima con tratamiento de lodos*



8. CONCLUSIONES

1. Para identificar las etapas del ciclo vida más críticas y los impactos ambientales significativos, de la fabricación de la hebilla h-0788-12, se evalúan dos escenarios, el primero con adquisición de materias primas y el segundo sin adquisición de materias primas como se explica a continuación:
    - **Escenario con adquisición de materia prima:** El 95,3% de los impactos ambientales negativos los asume la etapa de ***adquisición de materia prima***, esto es debido a la compra del metal Zinc, al que se le suman los impactos de la producción y el transporte desde Perú. Este escenario no permite mejoras, ya que es un metal fundamental para la fabricación del producto y la empresa no cuenta en su base de datos con otros proveedores más cercanos lo cual puede llegar a mejorar el impacto de esta etapa. Se descartó este escenario teniendo en cuenta la imposibilidad de mejoras y es por esta razón que se creó otro escenario que elimina la etapa de adquisición de materia prima.
    - **Escenario sin adquisición de materia prima:** Al eliminar la etapa de adquisición de materia prima las cargas se redistribuyen, quedando la etapa de ***pulido*** con un 80% del total impactos negativos, seguido con un 11,5% de baños electrolíticos. La generación de lodos que terminan su vida en el relleno sanitario, sin ningún tratamiento, hace de esta etapa la más impactante de todo el proceso.
2. El flujo final de residuo de lodos que parece insignificante en el primer escenario, terminan teniendo una relevancia ambiental muy significativa. Por esta razón, se realizó una simulación del cambio tecnológico sobre el tratamiento de lodos. Este escenario de hebilla terminada con tratamiento de lodos revela que la etapa de pulido paso de ser la más impactante, con un 80% de carga negativa, a ser un impacto ambiental positivo con un 8.44%. La razón de este cambio se debe a que los lodos obtenidos se emplean como abono orgánico, dejando de ser un residuo para pasar a ser un co-producto, creando un seguro beneficio ambiental y un posible beneficio económico. La producción de fertilizantes realiza una disminución significativa del consumo de energía fósil, pues los procesos de producción de fertilizantes nitrogenados son altamente endotérmicos.
3. Los resultados obtenidos en el estudio niegan la hipótesis de que el subproceso de baños electrolíticos es el más contaminante, ya que en el caso de esta empresa, el subproceso de pulido es el más contaminante por la generación de lodos. Sin embargo, en el escenario de hebilla terminada con tratamiento de lodos, se ve que el subproceso de baños electrolíticos

se hace muy relevante, siendo éste el de mayor impacto negativo, por el cambio tecnológico que este escenario propone para la empresa.

4. Cualquier ACV tiene mucha incertidumbre asociada a la calidad de los datos, ya que las bases de datos que se emplean en el software, no son ajustada a la realidad de la empresa evaluada o del país. En este estudio se realizó un enorme esfuerzo para ajustar la mayoría de los procesos cargados a la base de datos de SimaPro, creando procesos unitarios representativos, en la medida de lo posible, del contexto colombiano y, en general, acercar el estudio al contexto tecnológico local; sin embargo algunos procesos, por la carencia de información, no alcanzaron el mismo nivel de precisión que otros.

9. RECOMENDACIONES

1. Ejecutar la propuesta del documento de proyecto de grado “Propuesta tecnológica para el tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de pulido en masa realizado en la empresa de galvanoplastia **Fantaxias SAS.”** de la ingeniera María Carolina Ruiz Cañas.
2. Realizar un análisis de ciclo de vida social, para incluírselo a este estudio, ampliando la interpretación del análisis de evaluación de daño, referenciando la salud humana, se hace conveniente que el área de salud ocupacional revise las estadísticas de ausentismo laboral a nivel de operadores, para realizar una trazabilidad en el impacto de enfermedades respiratorias agudas, con el fin de que internamente se tomen decisiones de mejora.
3. Revisar la posibilidad de conseguir materia prima en Colombia para la fabricación del ZAMAK, y así disminuir los impactos asociados al zinc como materia prima principal, disminuyendo los impactos en el transporte y producción.
4. Realizar un cambio tecnológico a la hebilla terminada en el tratamiento no cianurados, es decir, sustituyendo en el subproceso de baños electrolíticos la materia prima de los baños cianurados, por baños alcalinos de cobre exento de cianuro, por ejemplo, utilizando en la composición: pirofosfato de cobre, hidróxido potásico y amoniaco, etc.
5. Realizar acciones de minimización concretas directas, aplicables en cada subproceso de la elaboración de la hebilla. Dentro de ellas, se pueden realizar las siguientes acciones:
    - Sensibilizar a los operadores que participan en el proceso de la hebilla en la prevención de la contaminación, que incluya un proceso de formación en: Métodos de mantenimiento preventivo para la reducción de la contaminación, y acciones concretas para la prevención de la contaminación en el puesto de trabajo
    - Buenas prácticas en cuanto a la manipulación de productos químicos, evitando en las zonas donde se realizan operaciones de trasvase la instalación de sistemas que faciliten el escurrido hacia recipientes que permitan la recuperación del producto. Asimismo, en estas operaciones procurar evitar el goteo, derrame o vertido accidental de los productos trasegados y tener preparados métodos de contención de esas pérdidas.
    - Sistema de tratamiento de aguas residuales, en el baño de cianuro, se puede realizar un tratamiento de oxidación adición en medio alcalino de oxidantes fuertes (hipoclorito sódico, cloro gaseoso, ácido peroximonosulfúrico), el producto sería cianatos de menor toxicidad.

REFERENCIAS

1. **Romero Rodriguez, Blanca Iris.** El análisis de ciclo de vida y la gestión ambiental Ciudad de Mexico. Mexico : s.n., 2003.

2. **Fullana, Pierre y Puig, Rita.***Análisis del Ciclo de Vida.* Barcelona : Rubes, 1997. 8449700701 9788449700705.

3. **Colombia, FUNDES.***Guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotecnia.* 1998.

4. **Eduardo Uribe, Guillermo Cruz, Harold Coronado, Jorge García.** LA GESTION AMBIENTAL Y COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA. *PROYECTO ANDINO DE COMPETITIVIDAD.* 2001.

5. **lloveras maciá, joaquin.***El Ecodiseño en Ingeniería.* s.l. : Universidad Politecnica de Catalunya.

6. **AIMME.** Estrategias de minimización de la contaminación en el sector Metalmecánico. s.l. : Fundacion Metal.

7. **Brunia, Anne.** Análisis de ciclo de vida, 3R CONSULTING .

8. **Lerma González, Héctor Daniel.** Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y . Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009. ISBN 978-958-648-602-6.

9. **Martínez Carreño, Augusto.** Fortalecimiento de aglomeraciones empresariales de Santander. 2011.

10. **Ballesteros Carrillo, Eduin y Martinez Monsalve, Ruben Dario.** Diseño de alternativas para la oxidación de cianuros y remoción de metales presentes en los efluentes de la empresa de electrorrecubrimientos Fantaxias Ltda. *Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Química.* s.l. : Universidad Industrial de Santander, 2007.

11. **AENOR.** Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. Madrid : s.n., 2006. UNE-EN ISO 14040:2006.

12. **Standarisation, International Organisation for.** ISO-14044 Gestión Ambiental, Análisis de Ciclo de Vida, Requisitos y directrices. Versión oficial en español de la norma Europea. Madrid : ISO, 2006. ISO-14044.

13. **IHOBE.** Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Bilbao : s.n., 2009.

14. SimaPro LCA Software | EarthShift. [En línea] [Citado el: 02 de 03 de 2014.] http://www.earthshift.com/software/simapro.

15. **Consultants, PRé.***SimaPro Manual .* 2008.

16. Eastern Alloys - Zinc Die casting Alloy (ZAMAK 2, ZAMAK 3, ZAMAK 5, ZAMAK 7, ZAMAC, ZA-8, ZA-12, & ZA-27), Zinc Ingots. [En línea] [Citado el: 02 de 03 de 2014.] http://www.eazall.com/diecastalloys.aspx.

17. **Goodwin, Frank E, y otros.***Development of Zinc Die Casting Alloys with Improved Fluidity – Progress in Thin Section Zinc Die Casting Technology.* s.l. : NADCA, 2007.

18. *LCA Case Study of zinc hydro and pyro-metallurgical process in China.* **Xiao, Xiao, y otros.** 3, s.l. : The International Journal of Life Cycle Assessment, 2003, Vol. 5.

19. *LCA case study for lead and zinc production by an imperial smelting process in china a brief presentation.* **Xueyi, Guo, y otros.** 5, s.l. : The International Journal of Life Cycle Assessment, 2002, Vol. 7.

20. **Moing, A., y otros.***LCA Comparison of Electroplating and Other Thermal Spray Processes.* s.l. : NPArC, 2009.

21. *Análisis del Ciclo de Vida de los Procesos de Recubrimiento Metálico de Termoplásticos.* **Garraín, Daniel, y otros.** 2, s.l. : Información tecnológica, 2010, Vol. 21.

22. *Aplicación del análisis del ciclo de vida a productos del sector metalmecánico.* s.l. : AIMME, 2009.

23. **Castaño Izasa, Natalia Ximena y Marin Chica, Enedy Miyeth.***Análisis de ciclo de vida en la fabricación de la chapeta 1922774 Rin artillería (SSC19) siderúrgica colombiana SICOLSA S.A.* s.l. : Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

24. **Ruiz Cañas, María Carolina.***Propuesta Tecnológica para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Proceso de Pulido en Masa Realizado en la Empresa de Galvanoplastia Fantaxias SAS..* s.l. : Universidad Industrial de Santander, 2011.

25. *Tratamiento de desechos líquidos tóxicos de una industria de recubrimiento metálico por precipitación e intercambio iónico.* **Ramos, Katiuska.** 3, s.l. : Avances en Química, 2008, Vol. 3.

26. **Estévez Duarte, Silvia Patricia y Velandia Flórez, Fabio Alejandro.** Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en zamac en la empresa

fantaxias SAS. *Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química.* Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2012.

27. **Vergel Zapata, Carlos Fernando y Cáceres Montero, Ludy Margarita.** Optimización de un Nuevo Proceso de Producción de Recubrimientos Electrolíticos en la Empresa Fantaxías Ltda Aplicando el Método Taguchi. Bucaramanga : UIS, 2007.

28. **VAN HOOF, Bart.** Eco-indicadores para la industria colombiana basados en el concepto de ciclo de vida. *Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 1999.

29. **Prada Palomino, David Alexander y Gonzalez Gonzalez, Adriana Fernanda.** Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional Bajo los Lineamientos de la Norma Técnica Colombiana OHSAS 18001:2007 en Fantaxias SAS. Bucaramanga : UIS, 2012.

30. **ISO.** ISO14040 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de vida. Requisitos y Directrices. Requisitos del Ciclo de Vida. s.l. : Instituto Colombiano de normas técnicas y Certificaciones, 2007. I.C.S.:13.020.10;13.020.60..

31. **Humbert, Sébastien, Margni, Manuele y Jolliet, Olivier.**IMPACT 2002+. *Industrial Ecology & Life Cycle Systems Group, GECOS, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL).* Lausanne : ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, 2005. Vol. version 2.1.

32. *Human toxicity potentials for life-cycle assessment and toxics release inventory risk screening.* **Hertwich, EG, y otros.** 4, California : Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 2001, Vol. 20. PMID: 11345472.

33. *The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment.* **Goedkoop, Mark y Spriensma, Renilde.** Amersfoort : PRé Consultants B.V., 2001, Vol. Third edition.

34. **Europe, Economic Commission for.***Clearing the air: 25 year of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.* New York, NY, USA : United Nations, 2004. ISBN 92-1-116910-0.

35. **ESPINOSA C., Juan Carlos.** Análisis de ciclo de vida (LCA) del Curacron 500 EC. *Trabajo de grado (Ingeniería Industrial).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 1999.

36. **ARANA N., Diana M.** Análisis ambiental de Termotasajero S. A., E.S.P. aplicando la Metodología análisis de ciclo de vida ACV. *Trabajo de grado (Ingeniería Mecánico).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 2000.

37. Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes. Basado en la Decisión de la Comisión de 17 de julio de 2000 (2000/479/CE) relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes. [En línea] julio de 2007. http://eper.ec.europa.eu/.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. Madrid : s.n., 2006. UNE-EN ISO 14040:2006.

AIMME. Estrategias de minimización de la contaminación en el sector Metalmecánico. s.l. : Fundacion Metal.

Análisis del Ciclo de Vida de los Procesos de Recubrimiento Metálico de Termoplásticos. Garraín, Daniel, y otros. 2, s.l. : Información tecnológica, 2010, Vol. 21.

Aplicación del análisis del ciclo de vida a productos del sector metalmecánico. s.l. : AIMME, 2009.

ARANA N., Diana M. Análisis ambiental de Termotasajero S. A., E.S.P. aplicando la Metodología análisis de ciclo de vida ACV. *Trabajo de grado (Ingeniería Mecánico).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 2000.

BALLESTEROS CARRILLO, Eduin y MARTINEZ MONSALVE, Ruben Dario. Diseño de alternativas para la oxidación de cianuros y remoción de metales presentes en los efluentes de la empresa de electrorrecubrimientos Fantaxias Ltda. *Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Química.* s.l. : Universidad Industrial de Santander, 2007.

BRUNIA, Anne. Análisis de ciclo de vida, 3R CONSULTING .

CASTAÑO IZASA, Natalia Ximena y MARIN CHICA, Enedy Miyeth. *Análisis de ciclo de vida en la fabricación de la chapeta 1922774 Rin artillería (SSC19) siderúrgica colombiana SICOLSA S.A.* s.l. : Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

Colombia, FUNDES.*Guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotecnia.* 1998.

Consultants, PRé.*SimaPro Manual .* 2008.

Eastern Alloys - Zinc Die casting Alloy (ZAMAK 2, ZAMAK 3, ZAMAK 5, ZAMAK 7, ZAMAC, ZA-8, ZA-12, & ZA-27), Zinc Ingots. [En línea] [Citado el: 02 de 03 de 2014.] http://www.eazall.com/diecastalloys.aspx.

URIBE, Eduardo; CRUZ, Guillermo; CORONADO, Harold; GARCÍA, Jorge. LA GESTION AMBIENTAL Y COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA. *PROYECTO ANDINO DE COMPETITIVIDAD.* 2001.

ESPINOSA C., Juan Carlos. Análisis de ciclo de vida (LCA) del Curacron 500 EC. *Trabajo de grado (Ingeniería Industrial).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 1999.

ESTÉVEZ DUARTE, Silvia Patricia y VELANDIA FLÓREZ, Fabio Alejandro. Balance ambiental de la producción de un tipo de hebilla fabricada en zamac en la empresa fantaxias SAS. *Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química.* Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2012.

Europe, Economic Commission for.*Clearing the air: 25 year of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.* New York, NY, USA : United Nations, 2004. ISBN 92-1-116910-0.

FULLANA, Pierre y PUIG, Rita.*Análisis del Ciclo de Vida.* Barcelona : Rubes, 1997. 8449700701 9788449700705.

GOODWIN, Frank E, y otros.*Development of Zinc Die Casting Alloys with Improved Fluidity – Progress in Thin Section Zinc Die Casting Technology.* s.l. : NADCA, 2007.

Human toxicity potentials for life-cycle assessment and toxics release inventory risk screening. Hertwich, EG, y otros. 4, California : Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 2001, Vol. 20. PMID: 11345472.

HUMBERT, Sébastien, MARGNI, Manuele y JOLLIET, Olivier.IMPACT 2002+. *Industrial Ecology & Life Cycle Systems Group, GECOS, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL).* Lausanne : ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, 2005. Vol. version 2.1.

IHOBE. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Bilbao : s.n., 2009.

Inventario Europeo de Emisiones Contaminantes. Basado en la Decisión de la Comisión de 17 de julio de 2000 (2000/479/CE) relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes. [En línea] julio de 2007. http://eper.ec.europa.eu/.

ISO. ISO14040 Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de vida. Requisitos y Directrices. Requisitos del Ciclo de Vida. s.l. : Instituto Colombiano de normas técnicas y Certificaciones, 2007. I.C.S.:13.020.10;13.020.60..

LCA case study for lead and zinc production by an imperial smelting process in china a brief presentation. Xueyi, Guo, y otros. 5, s.l. : The International Journal of Life Cycle Assessment, 2002, Vol. 7.

LCA Case Study of zinc hydro and pyro-metallurgical process in China. Xiao, Xiao, y otros. 3, s.l. : The International Journal of Life Cycle Assessment, 2003, Vol. 5.

LERMA GONZÁLEZ, Héctor Daniel. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y . Bogotá : Ecoe Ediciones, 2009. ISBN 978-958-648-602-6.

LLOVERAS MACIÁ, Joaquin.*El Ecodiseño en Ingeniería.* s.l. : Universidad Politecnica de Catalunya.

MARTÍNEZ CARREÑO, Augusto. Fortalecimiento de aglomeraciones empresariales de Santander. 2011.

MOING, A., y otros.*LCA Comparison of Electroplating and Other Thermal Spray Processes.* s.l. : NPArC, 2009.

PRADA PALOMINO, David Alexander y GONZALEZ GONZALEZ, Adriana Fernanda. Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional Bajo los Lineamientos de la Norma Técnica Colombiana OHSAS 18001:2007 en Fantaxias SAS. Bucaramanga : UIS, 2012.

ROMERO RODRIGUEZ, Blanca Iris. El análisis de ciclo de vida y la gestión ambiental Ciudad de Mexico. Mexico : s.n., 2003.

RUIZ CAÑAS, María Carolina.*Propuesta Tecnológica para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Proceso de Pulido en Masa Realizado en la Empresa de Galvanoplastia Fantaxias SAS..* s.l. : Universidad Industrial de Santander, 2011.

SimaPro LCA Software | EarthShift. [En línea] [Citado el: 02 de 03 de 2014.] http://www.earthshift.com/software/simapro.

Standarisation, International Organisation for. ISO-14044 Gestión Ambiental, Análisis de Ciclo de Vida, Requisitos y directrices. Versión oficial en español de la norma Europea. Madrid : ISO, 2006. ISO-14044.

The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Goedkoop, Mark y Spriensma, Renilde. Amersfoort : PRé Consultants B.V., 2001, Vol. Third edition.

Tratamiento de desechos líquidos tóxicos de una industria de recubrimiento metálico por precipitación e intercambio iónico. Ramos, Katiuska. 3, s.l. : Avances en Química, 2008, Vol. 3.

VAN HOOF, Bart. Eco-indicadores para la industria colombiana basados en el concepto de ciclo de vida. *Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial).* Bogotá : Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial., 1999.

VERGEL ZAPATA, Carlos Fernando y CÁCERES MONTERO, Ludy Margarita. Optimización de un Nuevo Proceso de Producción de Recubrimientos Electrolíticos en la Empresa Fantaxías Ltda Aplicando el Método Taguchi. Bucaramanga : UIS, 2007.

ANEXOS

ANEXO A (Glosario)

- **Acabados En Baños Electrolíticos:** se encarga de dar a las piezas los recubrimientos electrolíticos especificados en la hoja de proceso.
- **Acidificación Acuática y Acidificación Terrestre**: Es la modificación del equilibrio químico natural de un entorno debido a un aumento de la concentración de elementos ácidos (19). En un inicio la acidificación estaba ligada a la lluvia ácida exclusivamente, a medida que se han realizado más estudios se ha descubierto que la situación es más compleja, debiendo tenerse en cuenta otros contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), componentes orgánicos volátiles (COV), amoníaco (NH_3), metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes (COPs) (20). La acidificación del medio ambiente se ha producido desde hace más de 100 años.
- **Análisis del ciclo de vida.** (ACV). El ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto, proceso o actividad: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.
- **Análisis de Ciclo de Vida Social:** es una herramienta de evaluación de impactos sociales, cuyo objetivo es analizar los aspectos sociales y socio-económicos de los productos y sus impactos potenciales (positivos y negativos) durante el ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima, la producción, el uso, re-uso, el mantenimiento, reciclado y disposición final.
- **Análisis del inventario del ciclo de vida** (ICV). Fase del análisis del ciclo de vida (7.2) que implica la recopilación y la cuantificación de entrada (6.17), y salidas (6.18) para un sistema del producto (6.2) a través de su ciclo de vida (7.1).
- **Análisis de sensibilidad.** Procedimiento sistemático para estimar los efectos sobre el resultado de un estudio de las opciones elegidas en lo que respecta a métodos y datos.
- **Asignación:** Distribución de los flujos de entrada o de salida de un proceso (6.4) o un sistema del producto (6.1) entre el sistema del producto bajo estudio y uno o más sistemas del producto diferente.
- **Aspecto Ambiental**: Elemento de las actividades, productos (6.2) o servicio de una organización (3.4) que puede interactuar con el medio ambiente (3.1).
- **Buwal 250:** Contiene materiales, energía, transporte y residuos generales, basados en la BBDD ETH. Los datos que contiene están documentados,

con referencias e información relativa a los datos, lo que es muy significativo a la hora de evaluar la calidad de los datos.

- **Cadena de suministro:** Aquellos involucrados, a través de sus interrelaciones corriente arriba y corriente abajo, en el proceso (6.4) y actividades que aportan valor en forma de productos (6.2) al usuario.
- **Calidad de los datos.** Características de los datos que se relaciona con su capacidad para satisfacer los requisitos establecidos.
- **Categoría de impacto.** Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se puede asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida (7.2.1.1).
- **Disminución de la Capa de Ozono:** Son los efectos causados por el incremento de emisiones de radiación UV como resultado de la emisión de substancias (NO, CFC) que contribuye al agotamiento del ozono estratosférico. Los CFC son generalmente muy estables en la troposfera y sólo se degradan bajo el efecto de luz ultravioleta intensa en la estratosfera. Cuando se descomponen, liberan átomos de cloro o de bromo que agotan el ozono (19).
- **Ecoinvent: de Ecoinvent Centre.** Sus datos están basados en información recogida a nivel científico, académico e industrial. Contiene datos de inventario sobre provisión de energía, extracción de recursos, materiales, compuestos químicos, metales, agricultura, gestión de residuos y transporte. Esta base de datos presenta una buena compatibilidad con los programas informáticos de Análisis de Ciclo de Vida.
- **Efectos Respiratorios Inorgánicos:** Son los efectos respiratorios resultantes de la niebla de invierno, debido a las emisiones de polvo, sulfuros, y óxidos de nitrógeno al aire (22).
- **Efectos Respiratorios Orgánicos:** Son los efectos respiratorios resultantes de la niebla de verano o smog foto químico, debido a las emisiones de substancias orgánicas al aire (22).
- **Empaque:** Es un recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto.
- **Calentamiento Global:** El cambio climático es consecuencia de las emisiones de los gases de efecto invernadero a la atmósfera. El calentamiento global afecta a la calidad de los ecosistemas, a la salud humana e incluso a los materiales. El cambio climático se refiere a cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana. Esta acepción difiere de la del convenio marco de naciones unidas sobre cambio climático (UNFCC) donde se define el "cambio climático" como: "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (19).

- **Ciclo de vida.** Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto (6.1), desde la adquisición de materia prima (6.12) o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.
- **Comparaciones Entre Sistemas:** es una comparación entre un sistema y otro; para lo cual se deben comparar utilizando la misma unidad funcional y consideraciones metodológicas equivalentes como el desempeño, los límites del sistema, la calidad de los datos, los procedimientos de asignación, las reglas de decisión sobre evaluación de entrada y salida y la evaluación de impacto.
- **Consideraciones de la Revisión Crítica**: El alcance del estudio debe definir: si es necesaria una revisión crítica, la metodología, el tipo de revisión, quien la va a desarrollar y su competencia.
- **Coproducto:** Cualquier producto de entre o más productos (6.2) provenientes del mismo proceso unitario (6.4.1) o sistema del producto (6.1).[ISO 14040:2006]
- **Database (ELCD):** de la CE. Contiene datos sobre materiales y procesos básicos que han sido proporcionados o aceptados por el sector industrial.
- **Datos de primer plano:** datos específicos requeridos para modelizar un sistema específico. Normalmente son los que describen un producto específico y un sistema de producto.
- **Datos de fondo:** datos de materiales genéricos, energía, transporte y sistemas de gestión de residuos. Este tipo de datos son los que normalmente se encuentran en bibliografía y en bases de datos.
- **Desecho:** Sustancias u objetos a cuya disposición se procede o se está obligado a proceder.
- **De la cuna a la tumba:** El ACV incluye todas las entradas/salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida: la extracción de materias primas y el procesado de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final. El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo de vida también se incluyen cuando tienen la relevancia suficiente.
- **De la cuna a la puerta:** Cuando el alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en el mercado (a la salida de la planta de fabricación/montaje).
- **De la puerta a la puerta:** cuando solo se tienen en cuenta las entradas/salidas del sistema productivo (procesos de fabricación), se le llama (10)(Ver figura 5).
- **Diseño y desarrollo:** conjunto de procesos (6.4) que transforma los requisitos en características especificadas o en la especificación o de un producto (6.2), **proceso o sistema.**
- **Distribución:** se encarga de entregar la mercancía procesada de acuerdo a los pedidos de los clientes haciendo el respectivo seguimiento.

- **Ecotoxicidad Terrestre y Acuática:** Es el resultado de los problemas asociados a las emisiones de sustancias tóxicas al aire, al agua y al suelo (21).
- **Emisión y vertidos.** Emisiones al aire y vertidos al agua y al suelo.
- **Embalaje:** material que se usa para proteger o contener un producto (6.2) durante el transporte, el almacenaje, la comercialización o el uso.
- **Empaque:** Es un subproceso que separa las piezas finales y las almacena de forma tal que puedan ser distribuidas sin que sufran desperfectos en el transporte.
- **Energía base:** Calor de combustión de una materia prima (6.14) que no se utiliza como fuente de energía en un sistema del producto (6.1), expresado en término de poder calorífico superior o de poder calorífico inferior.
- **Energía de proceso:** Entrada de energía requerida en un proceso unitario (6.4.1) para llevar a cabo el proceso (6.4) o hacer funcionar el equipo, excluyendo las entradas de energía para la producción y suministro de esta energía.
- **Energías no renovables:** Representa el total de la energía primaria extraída, calculado a partir del PCI por unidad (kg, MJ, m3) (23).
- **Entrada auxiliar:** Materia que entra y se utiliza en el proceso unitario (6.4.1) de obtención del producto (6.2), pero que no constituye una parte del producto.
- **Entrada flujo de producto** (6.11), de materia o de energía (6.13) que entra en un proceso unitario (6.4.1).
- **Eutrofización Acuática:** Es el enriquecimiento excesivo de las aguas con nutrientes y los efectos biológicos adversos asociados (19). La adición de nitrógeno, fósforo y componentes de carbono u otros nutrientes en un cuerpo acuoso, aumenta el potencial de crecimiento de algas y otras plantas acuáticas. En la mayoría de los casos, el enriquecimiento es resultado de la entrada de vertidos de aguas residuales o escorrentías de origen agrícola.
- **ETH-ESU:** del Instituto de Investigación ETH-ESU de Zurich (Suiza). Contiene datos de producción e importación de combustibles, producción y comercialización de electricidad (desde la extracción de la energía primaria, el refinado, extracción de recursos minerales, etc) ¾ EuropeanLifeCycle.
- **Evaluación del impacto del ciclo de vida.(EICV).** Fase del análisis del ciclo de vida (7.2) dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuan significativo son los impactos ambientales (3.3) potenciales de un sistema del producto (6.1)a través de todo el ciclo de vida (7.1) del producto (6.2).
- **Extracción de Minerales:** Representa el esfuerzo extra que experimentarán las futuras generaciones para la extracción de los recursos que queden. Actualmente el ser humano extrae los mejores recursos, dejando los recursos con menos calidad para las futuras generaciones. Este esfuerzo extra se expresa como “energía excedente” y se define como

la energía excedente por kg de hierro, como resultado de la disminución de las minas de hierro (22).

- **Factor de caracterización.** Factor que surge de un modelo de caracterización que se aplica para convertir el resultado del análisis del inventario del ciclo de vida (7.2.1.1) asignado a la unidad común del indicador de categoría.
- **Flujo De Energía:** Entrada o salida de un proceso unitario (6.4.1) o un sistema del producto (6.1), expresada en unidades de energía.
- **Flujo de producto. Productos** (6.2) Que entran o salen de un sistema del producto (6.1) hacia otro.
- **Flujo elemental:** Materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente (3.1) sin una transformación posterior por el ser humano.
- **Flujo intermedio:** Flujo de producto (6.11), de materia o de energía (6.13) que ocurre entre procesos unitarios (6.4.1) del sistema del producto (6.1) bajo estudio.
- **Flujo de referencia:**Cantidad de producto ó medidas de las salidas (6.18) de los procesos (6.4), en un sistema del producto (6.1) determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional (6.5). Este flujo de referencia se relaciona con el desempeño del producto y se determina, típicamente, como el resultado de un método de medida de estandarizado. Obviamente, la naturaleza y el cálculo de tal medida dependen del producto estudiado.
- **Fuente de los datos.** Origen de los datos.
- **Función**: en la definición se tiene en cuenta la identificación de las funciones, propiedades del producto o del proceso específico, la selección de las funciones y la identificación del desempeño
- **Unidad Funcional**: El propósito de la unidad funcional es cuantificar el servicio entregado por el sistema del producto.
- **Fundición:** se encarga de procesar la materia prima para la obtención de piezas metálicas, por medio de derretimiento del ZAMAC y su posterior vertido por centrifugación o inyección, controlando la calidad de las piezas fundidas.
- **GaBi Database:** de LBP (Universidad de Stuttgart) y PE International. Contiene datos de sectores industriales (procesos, aceros, aluminios, plásticos y productos orgánicos e inorgánicos).
- **Idemat:** Contiene bastante información técnica de materiales y procesos industriales habituales. Es una base de datos muy completa para seleccionar materias primas y recursos empleados en el proceso de diseño de un producto. Dispone de dos versiones, con el mismo contenido pero una de ellas tiene la posibilidad de introducir otros valores propios del estudio a realizar, además tiene un acceso sencillo e intuitivo a la

información, permite comparar distintos materiales, realizar búsquedas de materiales y permite copiar datos para ser usados en otros programas.

- **Impacto Ambiental:** cualquier cambio en el medio ambiente (3.1), ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales (3.2) de una organización (3.4). [ISO 14001: 2004]
- **IMPACT 2002+:** es un método de evaluación de inventario de análisis de ciclo de vida, que ha sido desarrollado por la Universidad Politécnica de Lausanne (Suiza). En este método, no se realiza la etapa de ponderación, (asignación de un peso a cada uno de los daños).
- **Indicador de categoría de impacto.** Representación cuantificable de una categoría de impacto (7.2.2.1).
- **Instalaciones:** Instalación única, conjunto de instalaciones o proceso de instalación o procesos de producción (estáticos o móviles), que se pueden definir dentro de un límite geográfico único una unidad de la organización o un proceso de producción.[ISO14064-1:2006]
- **Interpretación del ciclo de vida.**es una evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir las cargas ambientales asociadas con el consumo de energía, materias primas e impacto ambiental de las emisiones que tienen lugar durante el ciclo de vida de un producto, proceso o actividad.
- **Límite del sistema:**Determinan qué procesos unitarios se deben incluir dentro del ACV. La selección de los límites del sistema debe ser coherente con el objetivo del estudio. Se debe identificar y explicar los criterios utilizados para establecer los límites del sistema.
- **Materia prima:** Materia prima o secundaria que se utiliza para elaborar un producto (6.2).
- **Metodología de la EICV:** Se debe determinar qué categorías de impacto, indicadores de categorías y modelos de caracterización se incluyen en el estudio de ACV.
- **Medio Ambiente:** Entorno en el cual una organización (3.4) opera, incluidos en el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.
- **Molde:** es el subproceso encargado de elaborar la matriz de silicona vulcanizada, para realizar el proceso de micro-fundición por centrifugado que es herramienta fundamental para la obtención de las piezas.
- **Montaje:** se encarga de realizar operaciones mecánicas que faciliten adicionar los complementos de las hebillas y herrajes de acuerdo a la hoja de procesos.
- **Ocupación del Terreno**: La ocupación del terreno tiene un impacto en la diversidad de especies. La diversidad de las especies depende del tipo de uso del terreno y del tamaño del área. Se ha desarrollado una escala expresando la diversidad de especies por el tipo de uso de suelo. Esta categoría de impacto es el resultado de la conversión del terreno para otro uso y se expresa en m2 equivalentes de terreno cultivable por año (22).

- **Organización:** Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene su propia funciones y administración.
- **Proceso:** conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elemento de entrada (6.18) en resultados (6.18).
- **Proceso unitario:** Elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida (7.2.1) para el cual se cuantifican datos de entrada y salida.
- **Producto.** Cualquier bien o servicio
- **Producto intermedio. Salida** (6.18) de un proceso unitario (6.4.1) que es entrada (6.17) de otros procesos unitarios que requiere una transformación adicional dentro del sistema. [ISO 14040:2006]
- **Pulido:** Alisar o dar tersura y lustre a una cosa.
- **Radiación Ionizante:** Es el resultado de la radiación radioactiva (22).
- **Representatividad:** Evaluación cualitativa del grado en que los datos reflejan la verdadera población de interés.
- **Requisitos de Calidad de los Datos:** consiste en el tiempo, geografía, tecnología, precisión, integridad, representatividad, coherencia, reproducibilidad, fuentes de los datos, incertidumbre de la información. Se debe documentar el tratamiento de los datos que faltan. Además caracterizar la calidad de los datos en aspectos cuantitativos y cualitativos así como por los métodos utilizados para recopilar e integrar esos datos.
- **Resultado del análisis del ciclo de vida: Resultado del ICV:** Resultado de un análisis del inventario del ciclo de vida (7.2.1) que clasifica los flujos que atraviesan los límites del sistema (6.6) y que proporciona el punto de partida para la evaluación del impacto del ciclo de vida (7.2.2).
- **Ruido:** Es un tipo de energía que se propaga de forma ondulatoria desde el foco sonoro hasta el receptor, con una velocidad constante y disminuyendo su intensidad con la distancia, aunque mejor podemos definir el ruido como todo sonido que se percibe, pero que no es deseado por el perceptor.
- **Salida flujo del producto.** (6.11), de materia o de energía (6.13) que sale de un proceso unitario.
- **Sitio:** Lugar con límites geográficos definidos y en el que puedan llevarse a cabo la actividades bajo el control de una organización (3.4).
- **Tipo de datos.** Los datos seleccionados para un ACV dependen del objetivo y el alcance del estudio. Estos 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.
- **TLV. thresold limite value(valores límite umbral):** Es un parámetro toxicológico de referencia que nos permite conocer el nivel de exposición con el que podemos trabajar con seguridad ante la exposición a un agente químico o físico. Son medidas de toxicidad de referencias establecidas por la ACGIH. Es decir el valor límite de una substancia se refiere, en general a

concentraciones ambientales a las que casi cualquier trabajador puede ser expuesto día a día sin efectos adversos.

- **Toxicidad Humana (carcinogénicos + no carcinogénicos):** La toxicidad humana representa todos los efectos sobre la salud humana a excepción de los efectos respiratorios causados por inorgánicos, efectos de las radiaciones ionizantes, la disminución de la capa de ozono y la oxidación fotoquímica. Esta categoría de impacto proviene de la estimación de riesgo toxicológico y los impactos potenciales asociados por kg de sustancia emitida al medioambiente (23).
- **Unidad funcional:** Desempeño cuantificado de un sistema del producto (6.1) para su utilización como unidad de referencia.
- **Zamak:** es una aleación que está constituida por zinc, aluminio, magnesio y cobre. Tiene buenas propiedades de dureza, resistencia a la tracción, con una densidad de 6,6g/cm³ y temperatura de fusión de 386°C. Es un material económico, posee buena resistencia mecánica y de formabilidad plástica, y buena colabilidad. Se puede cromar, pintar y mecanizar.

ANEXO B. (Características y enfoque principales métodos y software de la metodología)

Tabla 1. *Características y enfoque de los principales métodos.*

EDIP 2003	CML 2001	IMPACT 2002+	Ecoindicator 99
Slags - Ashes	Human Toxicity	Respiratory Effects	RespiratoryEffects
Air Human Toxicity Soil Human Toxicity Water Human Toxicity		Human Toxicity Ionizin gradiation	Cancerous Effects Radiation Effects
Ozone Depletion Ozone formation x Human Ozone formation x Natural	Ozone Layer Depletion (ODP)	Ozone Layer Depletion (ODP) Photochemical Oxidation	Ozone Layer Depletion (ODP)
Water Ecotoxicity (A) Water Ecotoxicity (C)	Fresh Water Aquatic Ecotoxicicty Marine Aquatic Ecotoxicity	Aquatic Ecotoxicity	Eco-toxicity (Toxic Stress)
Soil Ecotoxicity Terrestrial eutrophication	Terrestrial Ecotoxicity	Terrestrial Ecotoxicity	
Eutrophication (P) Eutrophication (N)	Eutrophication	Aquatic Eutrophication Terrestrial Acidif – Acum. Nut.	
Acidification	Acidification	Aquatic Acidification	
		Land Occupation	Land Use and Conservation
			# affected species (region) Effects on affected species
Global Warming Potential (GWP100)	Global Warming Potential (GWP100)	Global Warming Potential (GWPXXX)	Climate Change
Resources Use	Abiotic depletion	Non-renewable energy Mineral extraction	Surplus Energy Future Extraction
Hazardous, Radioactive y Bulk Wastes			

Tabla 2. *Principales herramientas utilizadas en la elaboración de ACV.*

Software	Compañía	País	Observaciones	Más información
Gabi	Sttugart University	Alemania	Este programa ofrece un análisis económico	www.gabi-software.com
Simapro	Pré-consultants	Holanda	Compara y analiza complejos productos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos	www.pre.nl
Boustead	Bousted Consulting	Reino Unido	Aplicación industria química, plásticos, acero, etc.	www.bousted-consulting.co.uk
LCAit	Chalmers Industritenik	Suecia	Balance de energía y materiales. Aplicación principal en el sector envases y productos de papel.	www.ekologik.cit.chalmers.se
Euklid	Frauenhofer - Institut	Alemania	Productos industriales	www.ivv.fgh.de
KCL ECO	Finish Pulp and Paper Research Institute	Filandia	Industria papelera	www.kel/fi/eco/
WISARD	Price water - house Coopers	Francia	Análisis del impacto económico y ambiental de residuos sólidos municipales.	www.pwcglobal.com
Umberto	Ifeu-Institut	Alemania	Preparación de ACV, Eco balances.	www.ifeu.de/umberto.htm
TEAM	Ecobilan	Francia	Incluye más de 500 módulos de diferentes sectores	www.pwcglobal.com

ANEXO C. (Requisitos legales)

Tabla 1. *Requisitos legales.*

TIPO DE ASPECTO /TEMA A APLICAR	INFORMACIÓN REQUERIMIENTO			
	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Consumo de agua (Pulido y Baños electrolíticos)	Ley 373	El Congreso de la Republica	Junio 6 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Consumo de energía eléctrica (Fundición y Baños electrolíticos)	Decreto 2811	El Presidente de la Republica de Colombia	Diciembre 18 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente.
Consumo de agua (Pulido y Baños electrolíticos)	Decreto 3102	Ministerio de desarrollo económico	Diciembre 30 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua
Generación de vertimientos (Fundición y Baños electrolíticos)	Decreto 3930	El Presidente de la Republica de Colombia	Octubre 15 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
Generación de vertimientos (Fundición y Baños electrolíticos)	Decreto 1594	El Presidente de la Republica de Colombia	Junio 26 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Generación de vertimientos (Fundición y Baños electrolíticos)	Resolución 75	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Enero 24 2011	Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público.
Gestión Ambiental	Ley 9	El Congreso de Colombia	Enero 24 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias

Continúa página siguiente

TIPO DE ASPECTO /TEMA A APLICAR	INFORMACIÓN REQUERIMIENTO			
	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Generación de Residuos Sólidos (Pulido en masa)	Decreto 1541	El Presidente de la República de Colombia	Julio 28 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Generación de Residuos Sólidos (Pulido en masa)	Decreto 1140	El Presidente de la República de Colombia	Mayo 09 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones
Generación de Residuos Sólidos (Pulido en masa)	Decreto 1713	El Presidente de la República de Colombia	Agosto 6 2002	"Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".
Consumo de Energía eléctrica (Fundición y Baños electrolíticos)	Ley 697	Congreso de Colombia	Octubre 3 2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
Emisiones atmosférica	Resolución 935	El rector de la Universidad Nacional de Colombia	Julio 29 2011	Por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas.
Emisiones de gases de fundición (Fundición)	Decreto 02	El Presidente de la República de Colombia	Enero 11 1982	Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas

Continúa página siguiente

TIPO DE ASPECTO /TEMA A APLICAR	INFORMACIÓN REQUERIMIENTO			
	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Emisiones de gases de fundición (Fundición) y generación de material particulado (Pulido)	Decreto 2107	El Presidente de la República de Colombia	Noviembre 30 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
Emisiones de gases de fundición (Fundición) y generación de material particulado (Pulido)	Resolución 909	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Junio 5 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Emisiones de gases de fundición (Fundición) y generación de material particulado (Pulido)	Resolución 601	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Abril 4 20069	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia
Generación de ruido (Pulido y Mantenimiento)	Decreto 948	El Presidente de la República de Colombia	Junio 5 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

Continúa página siguiente

TIPO DE ASPECTO /TEMA A APLICAR	INFORMACIÓN REQUERIMIENTO			
	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Generación de ruido (Pulido y Mantenimiento)	Decreto 8321	El Ministerio de Salud	Agosto 8 1983	Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
Generación de residuos peligrosos (Pulido en masa)	Ley 430	Congreso de Colombia	Enero 16 1989	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Gestión ambiental	Ley 99	El congreso de Colombia	Diciembre 22 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Manejo de residuos peligrosos	Resolución 415	Ministerio de Medio Ambiente	Mayo 13 1998	"Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma".
Generación de residuos peligrosos (Pulido en masa)	Decreto 4741	El Presidente de la República de Colombia	Diciembre 30 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Generación de residuos peligrosos (Pulido en masa)	Ley 1252	Congreso de Colombia	Noviembre 27 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Continúa página siguiente

TIPO DE ASPECTO /TEMA A APLICAR	INFORMACIÓN REQUERIMIENTO			
	NORMA	EMISOR	FECHA DE EMISIÓN	REQUISITO ESPECÍFICO
Utilización de productos químicos (Baños electrolíticos)	Ley 55	Conferencia Internacional del Trabajo	Julio 2 1993	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990
ACV en Colombia	Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	jun-10	La política buscará consolidar y ampliar la experiencia que se ha desarrollado con los sectores de producción y comercialización de productos ecológicos y productos provenientes del aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, que han mostrado ser ejemplares en cuanto a la promoción de la producción y el consumo sostenible.
Gestión Ambiental	Política Producción más limpia	República de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente	Agosto - 1997	Esta política hace referencia a una producción ambientalmente más limpia, para generar un producto final respetuoso con el medio ambiente, como resultado de un proceso que incorpora en cada una de las fases del ciclo de vida de los productos las mejores prácticas ambientales.
Generación de Ruido ocupacional	Resolución 8321	El Ministerio de Salud	Agosto 4 1983	Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
Generación de Ruido ambiental	Resolución 0627	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Abril 7 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

ANEXO D. (Límites Permisibles - TLV)

Tabla 1. *Limites permisible de sustancias químicas.*

Sustancia	# CAS	TWA	STEL	Notaciones	Peso molecular	Base del TLV
Cianuro de Hidrogeno y sales de cianhídrico como CN						Irritación TRS; dolor de cabeza, nauseas, tiroides eff
Cianuro de Hidrogeno	74-90-8	-	C 4.7 ppm	piel	27.03	
Sales de cianuro	143-33-9;151-50-8;592-01-8	-	C 5 mg/m3	piel	variable	
Cobre	7440-50-8				63.55	Irritación, GI, fiebre de metal
humos como Cu		0.2 mg/m3	-	-		
polvos y nieblas como Cu		1 mg/m3	-	-		
Aluminio metal y compuestos insolubles	7429-90-5	1 mg/m3	-	A4	26.98 y variables	Neumoconiosis; irritación TRS; neurotóxico
Oxido de Hierro Fe2O3	1309-37-1	5mg/m3	-	A4	159.7	Neumoconiosis
sales solubles de hierro como Fe		1 mg/m3	-	-	variable	Irritación TRS y piel
Sílice, cristalina-α-cuarzo	1317-95-9;14808-60-7	0.025mg/m3	-	A2	60.09	Fibrosis pulmonar; cáncer de pulmón
y cristobalita	14464-46-1					

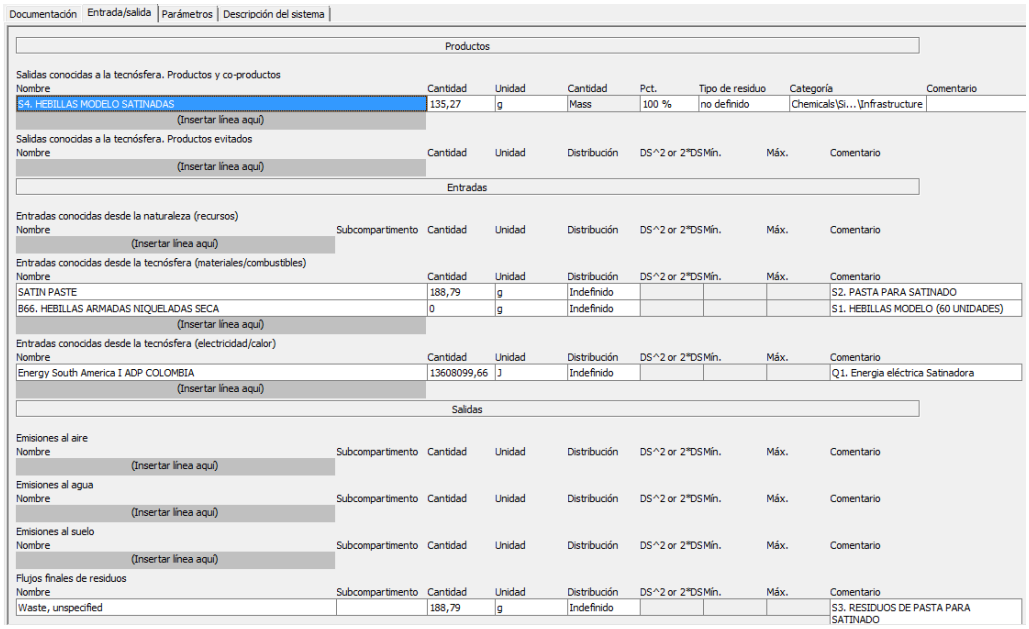
Continúa página siguiente

Sustancia	# CAS	TWA	STEL	Notaciones	Peso molecular	Base del TLV
Aluminio metal y compuestos insolubles	7429-90-5	1 mg/m3			-	A4
Óxido de Hierro Fe2O3	1309-37-1	5mg/m3	-	A4	159.7	Neumoconiosis
sales solubles de hierro como Fe		1 mg/m3	-	-	variable	irritación TRS y piel
Sílice, cristalina-α-cuarzo	1317-95-9;14808-60-7	0.025mg/m3	-	A2	60.09	Fibrosis pulmonar; cáncer de pulmón
Dióxido de azufre	05/09/7446	-	0.25ppm	A4	64.07	Función pulmonar; irritación TRS
Níquel y compuestos inorgánicos, incluye subsulfuro de níquel,	7440-02-0					
como níquel elemental	7440-02-0	1.5mg/m3	-	A5	58.71	dermatitis, neumoconiosis
compuestos inorgánicos solubles		0.1mg/m3	-	A4	variable	daño pulmonar; cáncer nasal
compuestos inorgánicos insolubles		0.2mg/m3	-	A1	variable	cáncer de pulmón
subsulfuro de níquel		0.1mg/m3	-	A1	240.19	cáncer de pulmón
oxido de magnesio	1309-48-4	10mg/m3	-	A4	40.32	fiebre humos metálicos

ANEXO E. (Capturas proceso de ingreso de datos en SimaPro)

SUBPROCESO DE ELABORACIÓN DE MOLDE

Figura 1. *Hebillas modelo satinadas S4.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S4. HEBILLAS MODELO SATINADAS	135,27	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
SATIN PASTE	188,79	g	Indefinido				S2. PASTA PARA SATINADO
B66. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS SECA	0	g	Indefinido				S1. HEBILLAS MODELO (60 UNIDADES)
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	13608099,66	J	Indefinido				Q1. Energia eléctrica Satinadora
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

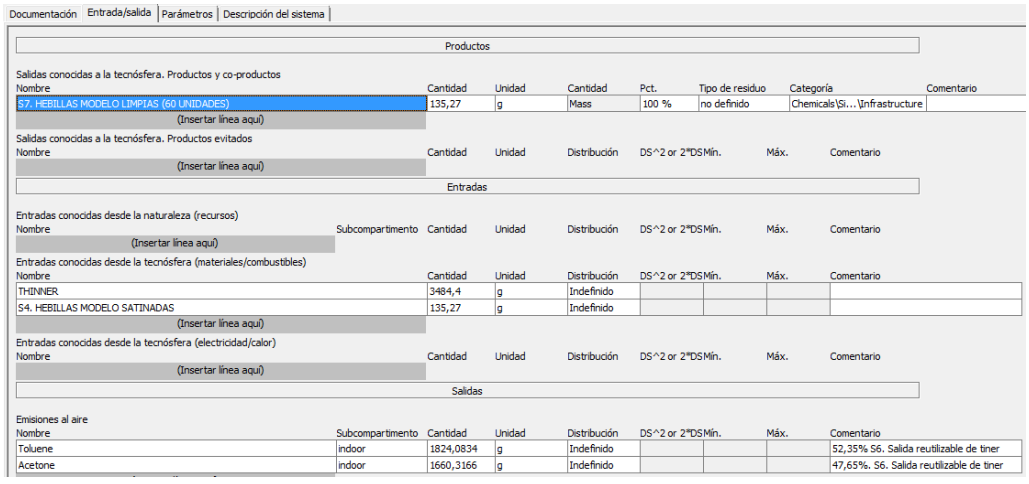
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste, unspecified		188,79	g	Indefinido				S3. RESIDUOS DE PASTA PARA SATINADO

Figura 2. *Hebillas modelo limpias (60 unidades) S7.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S7. HEBILLAS MODELO LIMPIAS (60 UNIDADES)	135,27	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
THINNER	3484,4	g	Indefinido				
S4. HEBILLAS MODELO SATINADAS	135,27	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

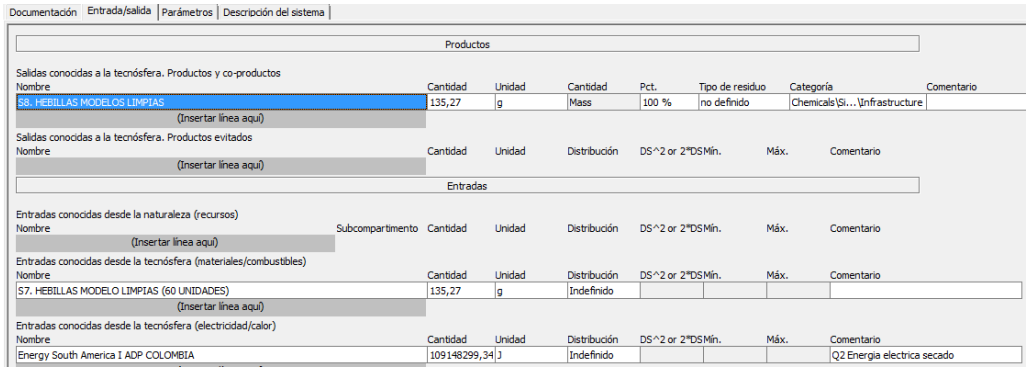
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Toluene	indoor	1824,0834	g	Indefinido				52,35% S6. Salida reutilizable de tiner
Acetone	indoor	1660,3166	g	Indefinido				47,65%. S6. Salida reutilizable de tiner

Figura 3. *Hebillas Modelo Limpias S8.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S8. HEBILLAS MODELOS LIMPIAS	135,27	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

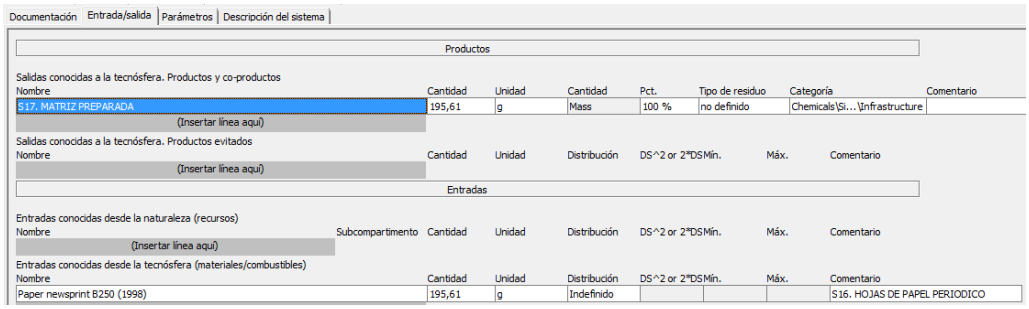
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
S7. HEBILLAS MODELO LIMPIAS (60 UNIDADES)	135,27	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	109148299,34	J	Indefinido				Q2 Energia electrica secado

Figura 4. *Matriz Preparada S17.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S17. MATRIZ PREPARADA	195,61	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

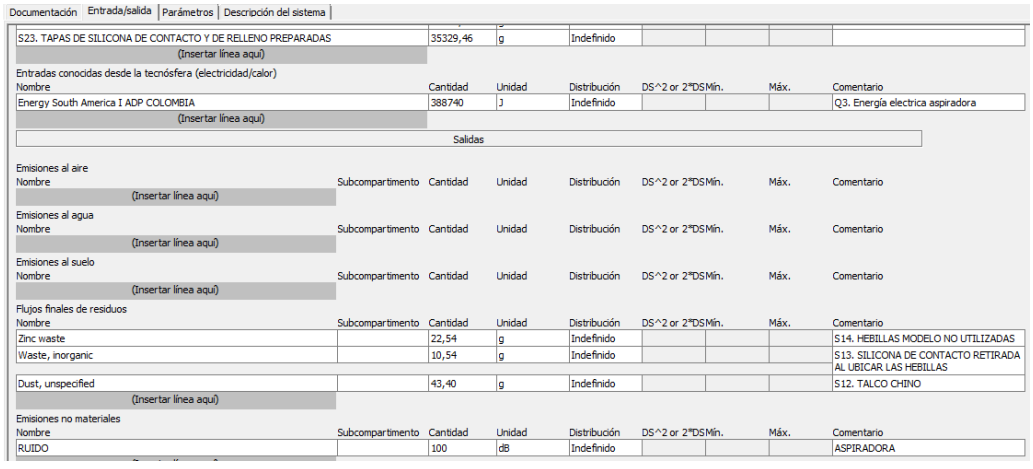
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Paper newsprint B250 (1998)	195,61	g	Indefinido				S16. HOJAS DE PAPEL PERIODICO

Figura 5.*Tapas De Silicona De Contacto Y De Relleno Preparadas S23.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

S23. TAPAS DE SILICONA DE CONTACTO Y DE RELLENO PREPARADAS	35329,46	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	388740	J	Indefinido				Q3. Energía electrica aspiradora
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

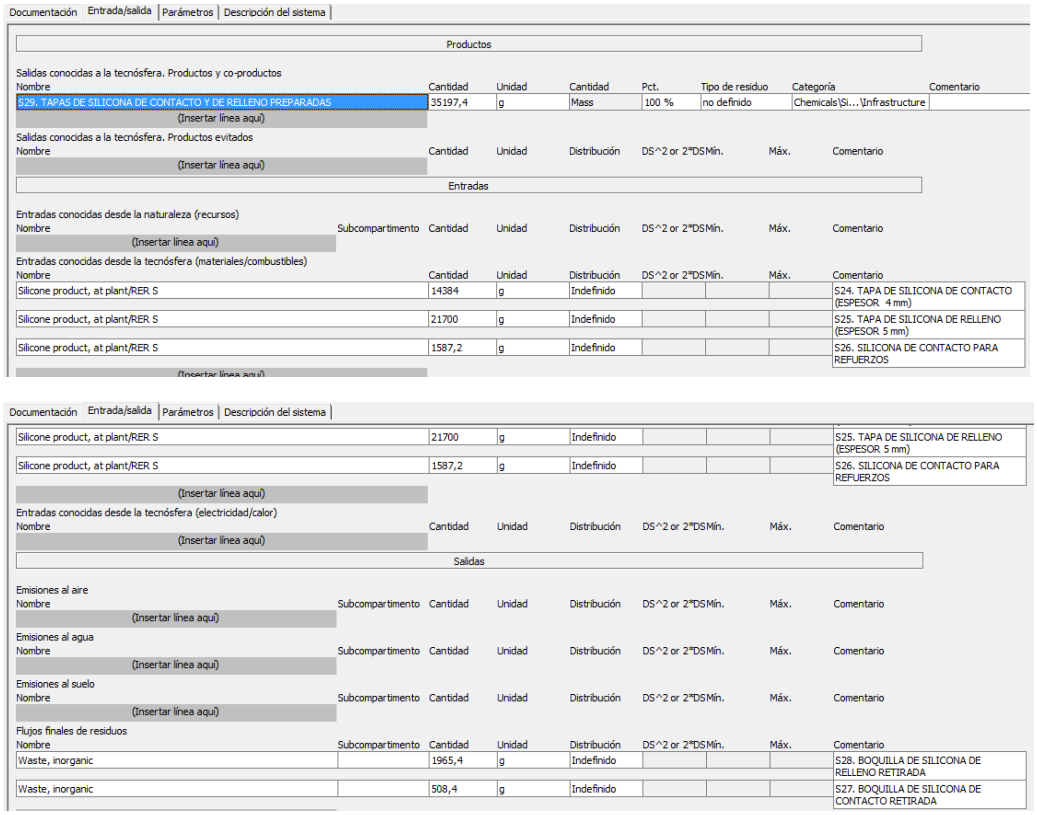
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc waste		22,54	g	Indefinido				S14. HEBILLAS MODELO NO UTILIZADAS
Waste, inorganic		10,54	g	Indefinido				S13. SILICONA DE CONTACTO RETIRADA AL UBICAR LAS HEBILLAS
Dust, unspecified		43,40	g	Indefinido				S12. TALCO CHINO
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		100	dB	Indefinido				ASPIRADORA

Figura 6. *Tapas De Silicona De Contacto Y De Relleno Preparadas S29.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S29. TAPAS DE SILICONA DE CONTACTO Y DE RELLENO PREPARADAS	35197,4	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Silicone product, at plant/RER S	14384	g	Indefinido				S24. TAPA DE SILICONA DE CONTACTO (ESPESOR 4 mm)
Silicone product, at plant/RER S	21700	g	Indefinido				S25. TAPA DE SILICONA DE RELLENO (ESPESOR 5 mm)
Silicone product, at plant/RER S	1587,2	g	Indefinido				S26. SILICONA DE CONTACTO PARA REFUERZOS

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Silicone product, at plant/RER S	21700	g	Indefinido				S25. TAPA DE SILICONA DE RELLENO (ESPESOR 5 mm)
Silicone product, at plant/RER S	1587,2	g	Indefinido				S26. SILICONA DE CONTACTO PARA REFUERZOS
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

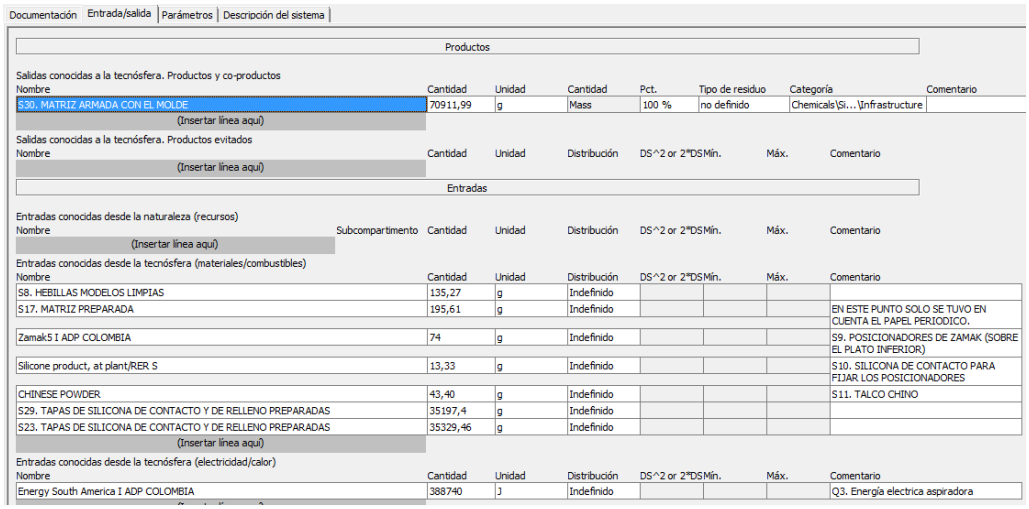
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste, inorganic		1965,4	g	Indefinido				S28. BOQUILLA DE SILICONA DE RELLENO RETIRADA
Waste, inorganic		508,4	g	Indefinido				S27. BOQUILLA DE SILICONA DE CONTACTO RETIRADA

Figura 7. *Matriz Armada Con Molde S30.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S30. MATRIZ ARMADA CON EL MOLDE	70911,99	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

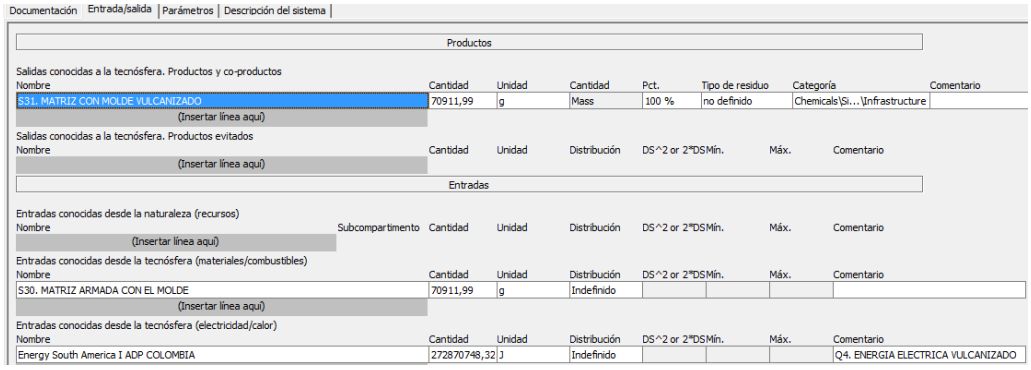
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
S8. HEBILLAS MODELOS LIMPIAS	135,27	g	Indefinido				
S17. MATRIZ PREPARADA	195,61	g	Indefinido				EN ESTE PUNTO SOLO SE TUVO EN CUENTA EL PAPEL PERIODICO.
Zamak5 I ADP COLOMBIA	74	g	Indefinido				S9. POSICIONADORES DE ZAMAK (SOBRE EL PLATO INFERIOR)
Silicone product, at plant/RER S	13,33	g	Indefinido				S10. SILICONA DE CONTACTO PARA FIJAR LOS POSICIONADORES
CHINESE POWDER	43,40	g	Indefinido				S11. TALCO CHINO
S29. TAPAS DE SILICONA DE CONTACTO Y DE RELLENO PREPARADAS	35197,4	g	Indefinido				
S23. TAPAS DE SILICONA DE CONTACTO Y DE RELLENO PREPARADAS	35329,46	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	388740	J	Indefinido				Q3. Energía electrica aspiradora

Figura 8.*Matriz Con Molde Vulcanizado S31.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S31. MATRIZ CON MOLDE VULCANIZADO	70911,99	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

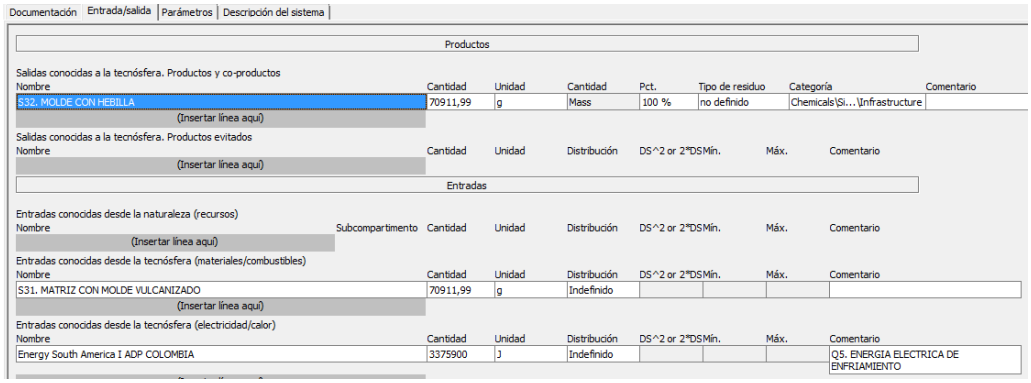
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
S30. MATRIZ ARMADA CON EL MOLDE	70911,99	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	272870748,32	J	Indefinido				Q4. ENERGIA ELECTRICA VULCANIZADO

Figura 9. *Molde Con Hebilla S32.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S32. MOLDE CON HEBILLA	70911,99	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

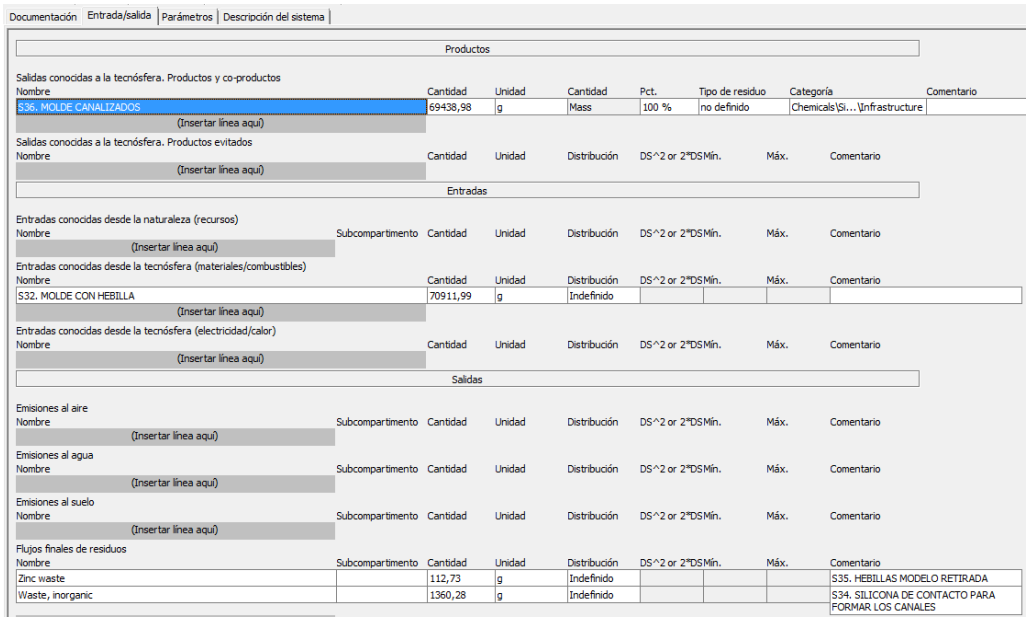
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
S31. MATRIZ CON MOLDE VULCANIZADO	70911,99	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	3375900	J	Indefinido				Q5. ENERGIA ELECTRICA DE ENFRIAMIENTO

Figura 10. *Molde Canalizados S36.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
S36. MOLDE CANALIZADOS	69438,98	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
S32. MOLDE CON HEBILLA	70911,99	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

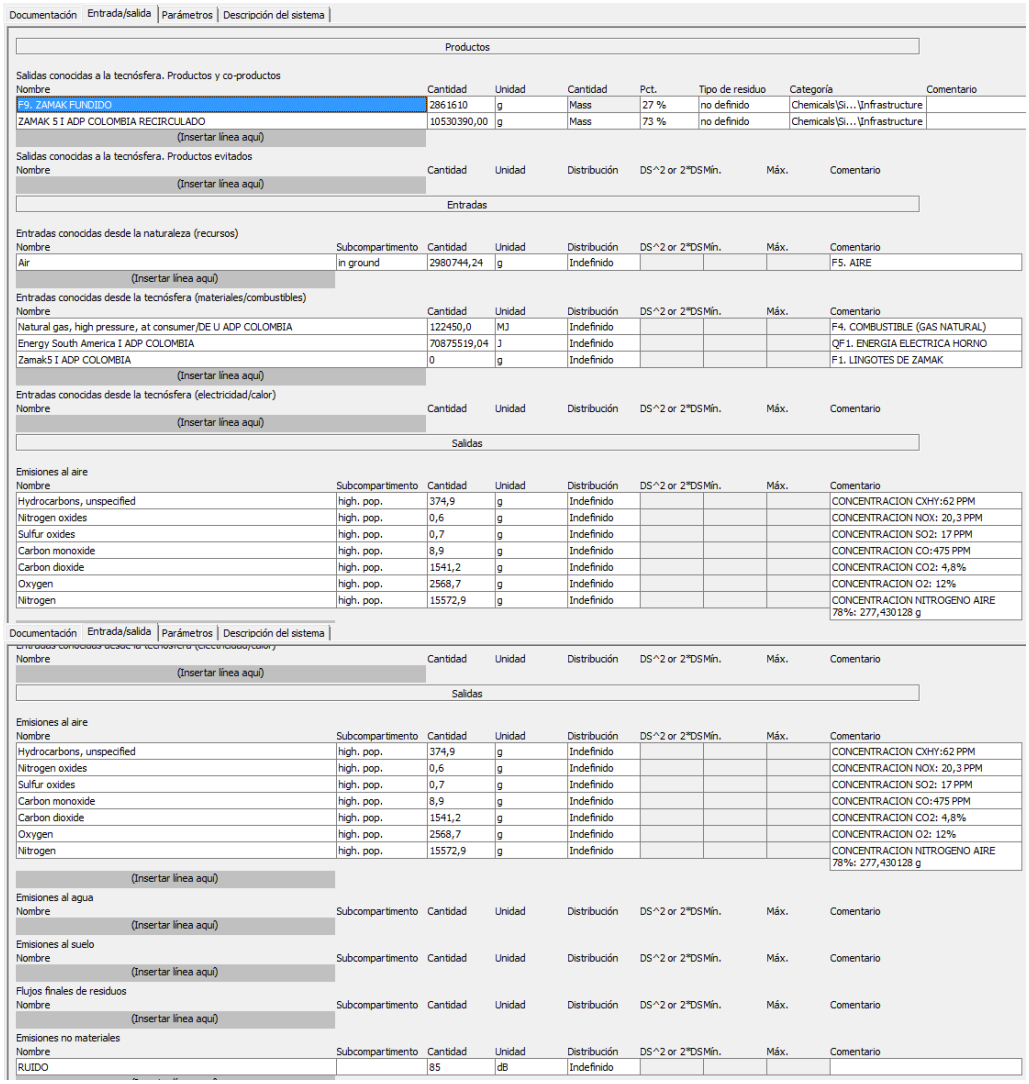
Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc waste		112,73	g	Indefinido				S35. HEBILLAS MODELO RETIRADA
Waste, inorganic		1360,28	g	Indefinido				S34. SILICONA DE CONTACTO PARA FORMAR LOS CANALES

SUBPROCESO DE FUNDICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LA HEBILLA

Figura 11. *ZAMAK fundido F9.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
F9. ZAMAK FUNDIDO	2861610	g	Mass	27 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
ZAMAK 5 I ADP COLOMBIA RECIRCULADO	10530390,00	g	Mass	73 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Air	in ground	2980744,24	g	Indefinido				F5. AIRE
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Natural gas, high pressure, at consumer/DE U ADP COLOMBIA	122450,0	MJ	Indefinido				F4. COMBUSTIBLE (GAS NATURAL)
Energy South America I ADP COLOMBIA	70875519,04	J	Indefinido				QF1. ENERGIA ELECTRICA HORNO
Zamak5 I ADP COLOMBIA	0	g	Indefinido				F1. LINGOTES DE ZAMAK
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Hydrocarbons, unspecified	high. pop.	374,9	g	Indefinido				CONCENTRACION CXHY:62 PPM
Nitrogen oxides	high. pop.	0,6	g	Indefinido				CONCENTRACION NOX: 20,3 PPM
Sulfur oxides	high. pop.	0,7	g	Indefinido				CONCENTRACION SO2: 17 PPM
Carbon monoxide	high. pop.	8,9	g	Indefinido				CONCENTRACION CO:475 PPM
Carbon dioxide	high. pop.	1541,2	g	Indefinido				CONCENTRACION CO2: 4,8%
Oxygen	high. pop.	2568,7	g	Indefinido				CONCENTRACION O2: 12%
Nitrogen	high. pop.	15572,9	g	Indefinido				CONCENTRACION NITROGENO AIRE 78%: 277,430128 g

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Nombre | Cantidad | Unidad | Distribución | DS^2 or 2*DS | Mín. | Máx. | Comentario
(Insertar línea aquí)

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Hydrocarbons, unspecified	high. pop.	374,9	g	Indefinido				CONCENTRACION CXHY:62 PPM
Nitrogen oxides	high. pop.	0,6	g	Indefinido				CONCENTRACION NOX: 20,3 PPM
Sulfur oxides	high. pop.	0,7	g	Indefinido				CONCENTRACION SO2: 17 PPM
Carbon monoxide	high. pop.	8,9	g	Indefinido				CONCENTRACION CO:475 PPM
Carbon dioxide	high. pop.	1541,2	g	Indefinido				CONCENTRACION CO2: 4,8%
Oxygen	high. pop.	2568,7	g	Indefinido				CONCENTRACION O2: 12%
Nitrogen	high. pop.	15572,9	g	Indefinido				CONCENTRACION NITROGENO AIRE 78%: 277,430128 g

(Insertar línea aquí)

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

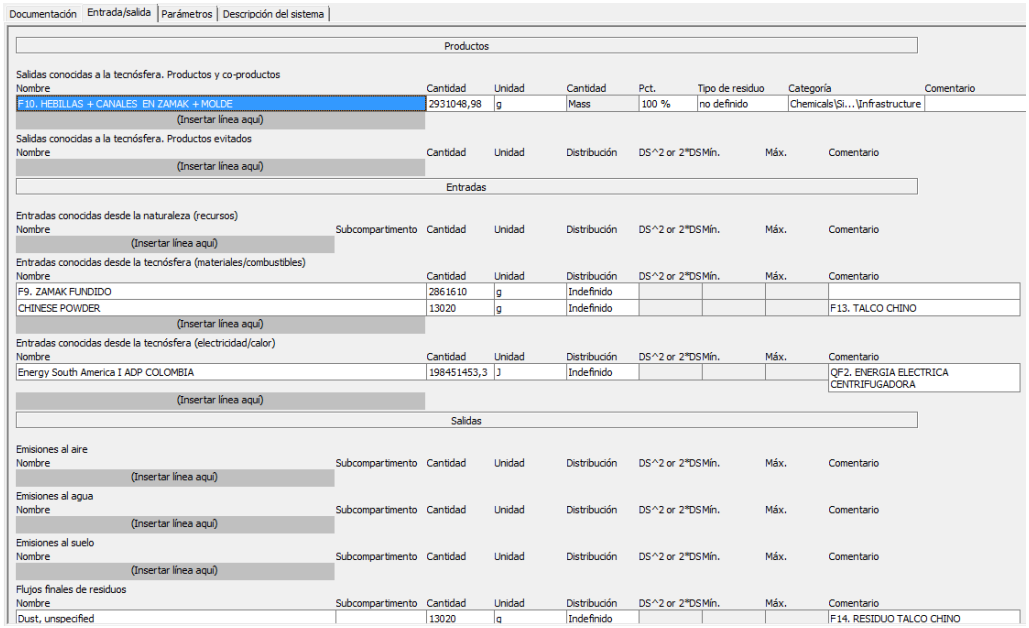
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		85	dB	Indefinido				

Figura 12.*Hebillas +Canales En ZAMAK + Molde F10.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
F10. HEBILLAS + CANALES EN ZAMAK + MOLDE	2931048,98	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
F9. ZAMAK FUNDIDO	2861610	g	Indefinido				
CHINESE POWDER	13020	g	Indefinido				F13. TALCO CHINO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	198451453,3	J	Indefinido				QF2. ENERGIA ELECTRICA CENTRIFUGADORA
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

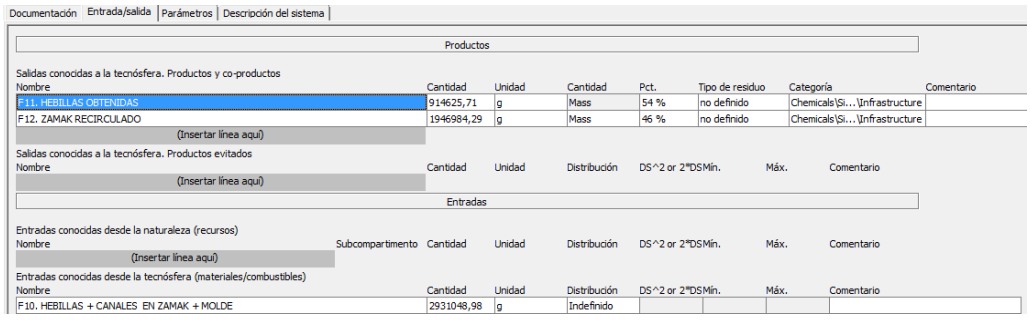
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Dust, unspecified		13020	g	Indefinido				F14. RESIDUO TALCO CHINO

Figura 13.*Hebillas Obtenidas F11.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
F11. HEBILLAS OBTENIDAS	914625,71	g	Mass	54 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
F12. ZAMAK RECIRCULADO	1946984,29	g	Mass	46 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

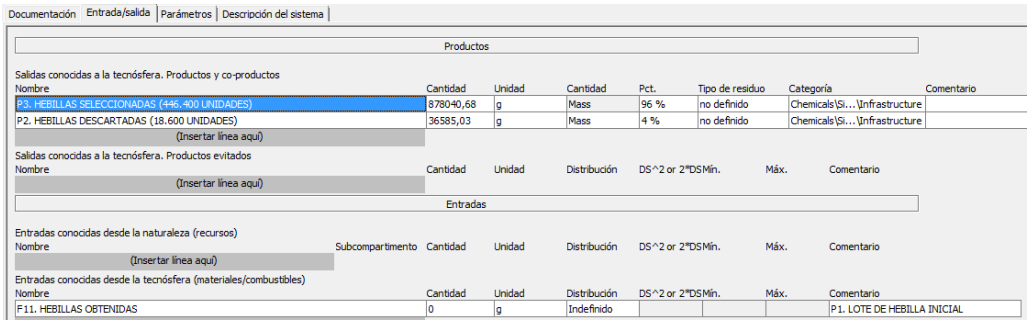
Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
F10. HEBILLAS + CANALES EN ZAMAK + MOLDE	2931048,98	g	Indefinido				

SUBPROCESO DE PULIDO

Figura 14.*Hebillas Seleccionadas P3.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P3. HEBILLAS SELECCIONADAS (446.400 UNIDADES)	878040,68	g	Mass	96 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
P2. HEBILLAS DESCARTADAS (18.600 UNIDADES)	36585,03	g	Mass	4 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

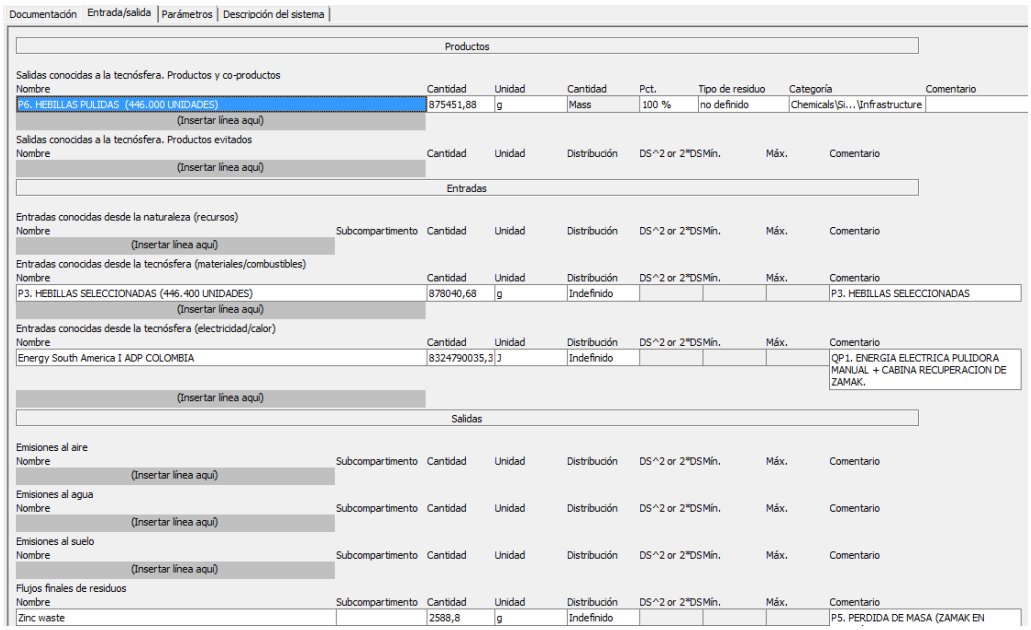
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
F11. HEBILLAS OBTENIDAS	0	g	Indefinido				P1. LOTE DE HEBILLA INICIAL

Figura 15.*Hebillas Pulidas P6.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P6. HEBILLAS PULIDAS (446.000 UNIDADES)	875451,88	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P3. HEBILLAS SELECCIONADAS (446.400 UNIDADES)	878040,68	g	Indefinido				P3. HEBILLAS SELECCIONADAS
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	8324790035,3	J	Indefinido				QP1. ENERGIA ELECTRICA PULIDORA MANUAL + CABINA RECUPERACION DE ZAMAK.
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

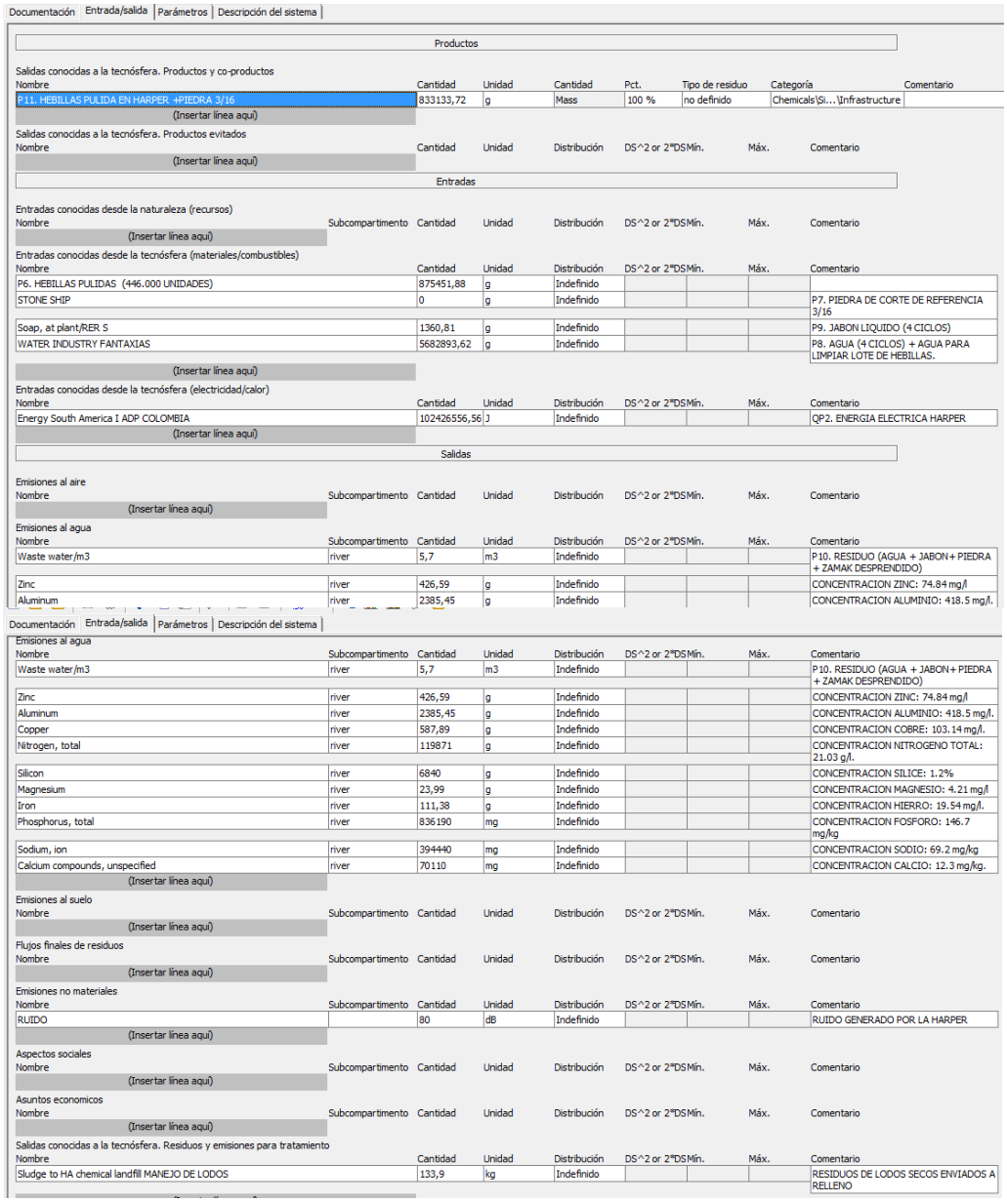
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc waste		2588,8	g	Indefinido				P5. PERDIDA DE MASA (ZAMAK EN

Figura 16.*Hebillas Pulida En Harper + Piedra 3/16 P11.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P11. HEBILLAS PULIDA EN HARPER +PIEDRA 3/16	833133,72	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P6. HEBILLAS PULIDAS (446.000 UNIDADES)	875451,88	g	Indefinido				
STONE SHIP	0	g	Indefinido				P7. PIEDRA DE CORTE DE REFERENCIA 3/16
Soap, at plant/RER S	1360,81	g	Indefinido				P9. JABON LIQUIDO (4 CICLOS)
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	5682893,62	g	Indefinido				P8. AGUA (4 CICLOS) + AGUA PARA LIMPIAR LOTE DE HEBILLAS.
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	102426556,56	J	Indefinido				QP2. ENERGIA ELECTRICA HARPER
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	5,7	m3	Indefinido				P10. RESIDUO (AGUA + JABON+ PIEDRA + ZAMAK DESPRENDIDO)
Zinc	river	426,59	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 74.84 mg/l
Aluminum	river	2385,45	g	Indefinido				CONCENTRACION ALUMINIO: 418.5 mg/l.

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	5,7	m3	Indefinido				P10. RESIDUO (AGUA + JABON+ PIEDRA + ZAMAK DESPRENDIDO)
Zinc	river	426,59	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 74.84 mg/l
Aluminum	river	2385,45	g	Indefinido				CONCENTRACION ALUMINIO: 418.5 mg/l.
Copper	river	587,89	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 103.14 mg/l.
Nitrogen, total	river	119871	g	Indefinido				CONCENTRACION NITROGENO TOTAL: 21.03 g/l.
Silicon	river	6840	g	Indefinido				CONCENTRACION SILICE: 1.2%
Magnesium	river	23,99	g	Indefinido				CONCENTRACION MAGNESIO: 4.21 mg/l
Iron	river	111,38	g	Indefinido				CONCENTRACION HIERRO: 19.54 mg/l.
Phosphorus, total	river	836190	mg	Indefinido				CONCENTRACION FOSFORO: 146.7 mg/kg
Sodium, ion	river	394440	mg	Indefinido				CONCENTRACION SODIO: 69.2 mg/kg
Calcium compounds, unspecified	river	70110	mg	Indefinido				CONCENTRACION CALCIO: 12.3 mg/kg.
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		80	dB	Indefinido				RUIDO GENERADO POR LA HARPER
(Insertar línea aquí)								

Aspectos sociales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

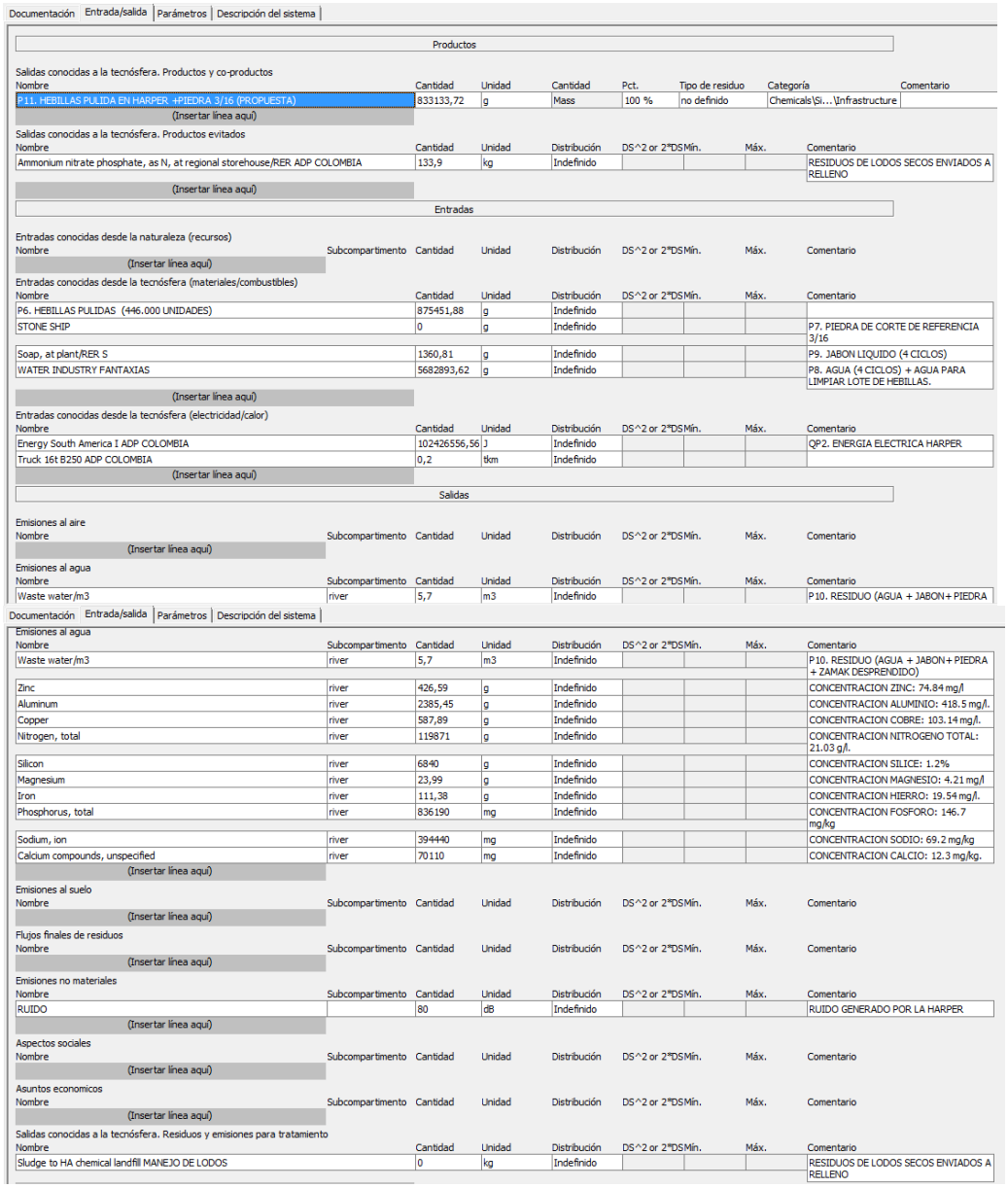
Asuntos economicos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Salidas conocidas a la tecnósfera. Residuos y emisiones para tratamiento

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Sludge to HA chemical landfill MANEJO DE LODOS	133,9	kg	Indefinido				RESIDUOS DE LODOS SECOS ENVIADOS A RELLENO

Figura 17.*Hebillas Pulida En Harper + Piedra 3/16 (Propuesta) P11.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P11. HEBILLAS PULIDA EN HARPER +PIEDRA 3/16 (PROPUESTA)	833133,72	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Ammonium nitrate phosphate, as N, at regional storehouse/RER ADP COLOMBIA	133,9	kg	Indefinido				RESIDUOS DE LODOS SECOS ENVIADOS A RELLENO
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P6. HEBILLAS PULIDAS (446.000 UNIDADES)	875451,88	g	Indefinido				
STONE SHIP	0	g	Indefinido				P7. PIEDRA DE CORTE DE REFERENCIA 3/16
Soap, at plant/RER S	1360,81	g	Indefinido				P9. JABON LIQUIDO (4 CICLOS)
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	5682893,62	g	Indefinido				P8. AGUA (4 CICLOS) + AGUA PARA LIMPIAR LOTE DE HEBILLAS.
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	102426556,56	J	Indefinido				QP2. ENERGIA ELECTRICA HARPER
Truck 16t B250 ADP COLOMBIA	0,2	tkm	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	5,7	m3	Indefinido				P10. RESIDUO (AGUA + JABON+ PIEDRA

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	5,7	m3	Indefinido				P10. RESIDUO (AGUA + JABON+ PIEDRA + ZAMAK DESPRENDIDO)
Zinc	river	426,59	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 74.84 mg/l
Aluminum	river	2385,45	g	Indefinido				CONCENTRACION ALUMINIO: 418.5 mg/l.
Copper	river	587,89	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 103.14 mg/l.
Nitrogen, total	river	119871	g	Indefinido				CONCENTRACION NITROGENO TOTAL: 21.03 g/l.
Silicon	river	6840	g	Indefinido				CONCENTRACION SILICE: 1.2%
Magnesium	river	23,99	g	Indefinido				CONCENTRACION MAGNESIO: 4.21 mg/l
Iron	river	111,38	g	Indefinido				CONCENTRACION HIERRO: 19.54 mg/l.
Phosphorus, total	river	836190	mg	Indefinido				CONCENTRACION FOSFORO: 146.7 mg/kg
Sodium, ion	river	394440	mg	Indefinido				CONCENTRACION SODIO: 69.2 mg/kg
Calcium compounds, unspecified	river	70110	mg	Indefinido				CONCENTRACION CALCIO: 12.3 mg/kg.
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		80	dB	Indefinido				RUIDO GENERADO POR LA HARPER
(Insertar línea aquí)								

Aspectos sociales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

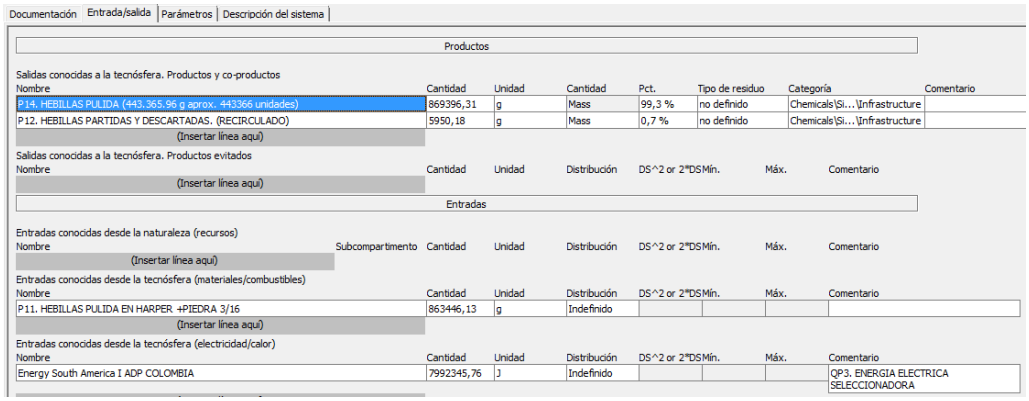
Asuntos economicos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Salidas conocidas a la tecnósfera. Residuos y emisiones para tratamiento

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Sludge to HA chemical landfill MANEJO DE LODOS	0	kg	Indefinido				RESIDUOS DE LODOS SECOS ENVIADOS A RELLENO

Figura 18.*Hebillas Pulidas P14.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P14. HEBILLAS PULIDA (443.365.96 g aprox. 443366 unidades)	869396,31	g	Mass	99,3 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
P12. HEBILLAS PARTIDAS Y DESCARTADAS. (RECIRCULADO)	5950,18	g	Mass	0,7 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

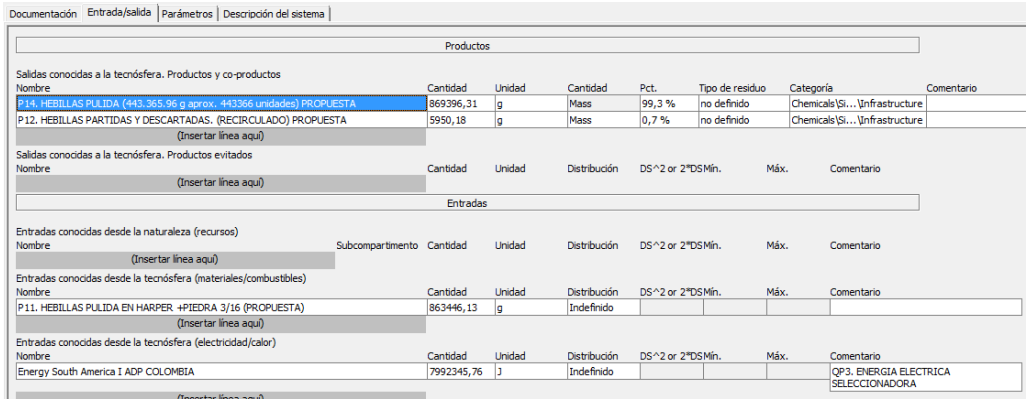
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P11. HEBILLAS PULIDA EN HARPER +PIEDRA 3/16	863446,13	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	7992345,76	J	Indefinido				QP3. ENERGIA ELECTRICA SELECCIONADORA

Figura 19.*Hebillas pulidas. Propuesta P14.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P14. HEBILLAS PULIDA (443.365.96 g aprox. 443366 unidades) PROPUESTA	869396,31	g	Mass	99,3 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
P12. HEBILLAS PARTIDAS Y DESCARTADAS. (RECIRCULADO) PROPUESTA	5950,18	g	Mass	0,7 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

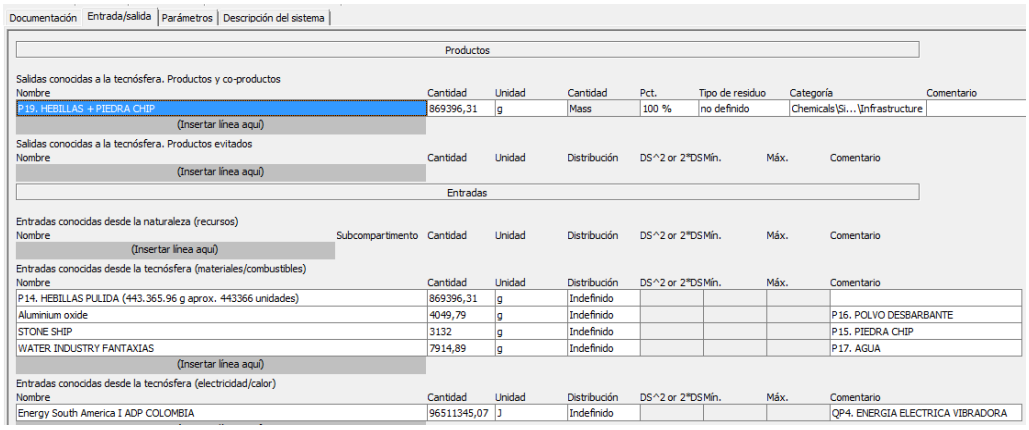
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P11. HEBILLAS PULIDA EN HARPER +PIEDRA 3/16 (PROPUESTA)	863446,13	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	7992345,76	J	Indefinido				QP3. ENERGIA ELECTRICA SELECCIONADORA

Figura 20.*Hebillas + Piedra Chip P19.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P19. HEBILLAS + PIEDRA CHIP	869396,31	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

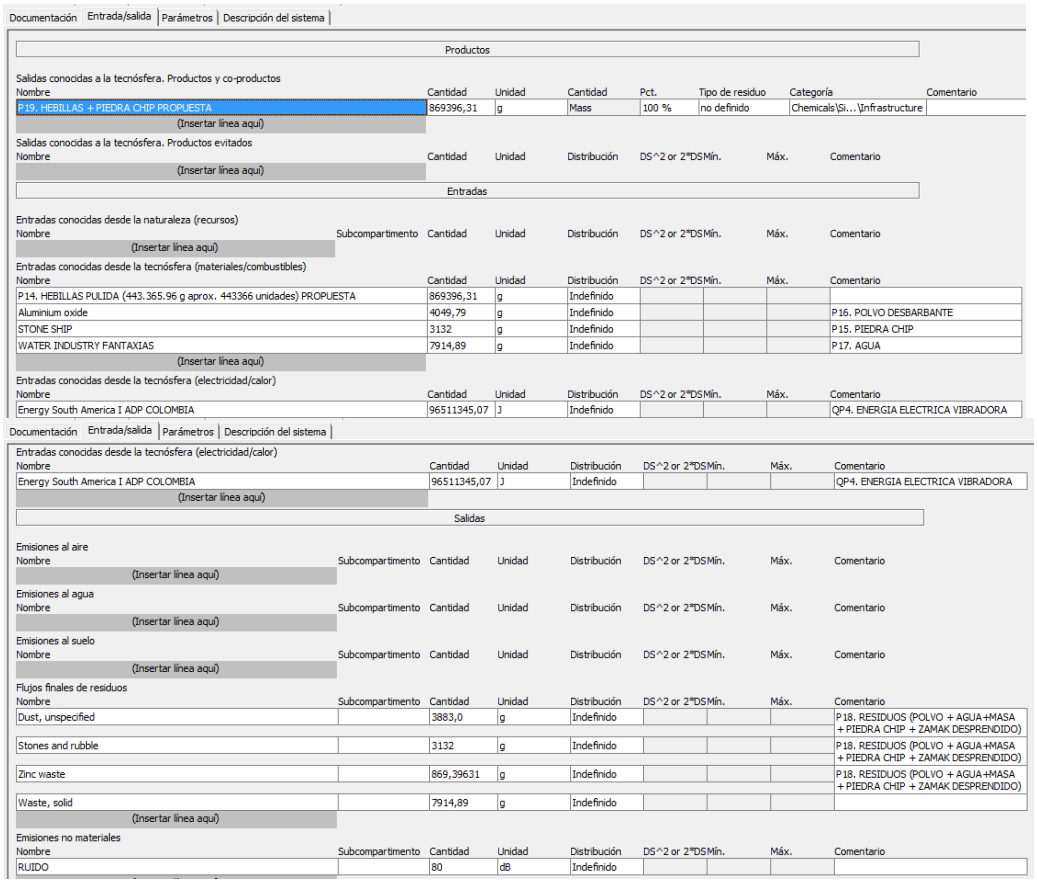
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P14. HEBILLAS PULIDA (443.365.96 g aprox. 443366 unidades)	869396,31	g	Indefinido				
Aluminium oxide	4049,79	g	Indefinido				P16. POLVO DESBARBANTE
STONE SHIP	3132	g	Indefinido				P15. PIEDRA CHIP
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	7914,89	g	Indefinido				P17. AGUA
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	96511345,07	J	Indefinido				QP4. ENERGIA ELECTRICA VIBRADORA

Figura 21.*Hebillas + piedra chip. Propuesta P19.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P19. HEBILLAS + PIEDRA CHIP PROPUESTA	869396,31	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P14. HEBILLAS PULIDA (443.365.96 g aprox. 443366 unidades) PROPUESTA	869396,31	g	Indefinido				
Aluminium oxide	4049,79	g	Indefinido				P16. POLVO DESBARBANTE
STONE SHIP	3132	g	Indefinido				P15. PIEDRA CHIP
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	7914,89	g	Indefinido				P17. AGUA
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	96511345,07	J	Indefinido				QP4. ENERGIA ELECTRICA VIBRADORA

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	96511345,07	J	Indefinido				QP4. ENERGIA ELECTRICA VIBRADORA
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

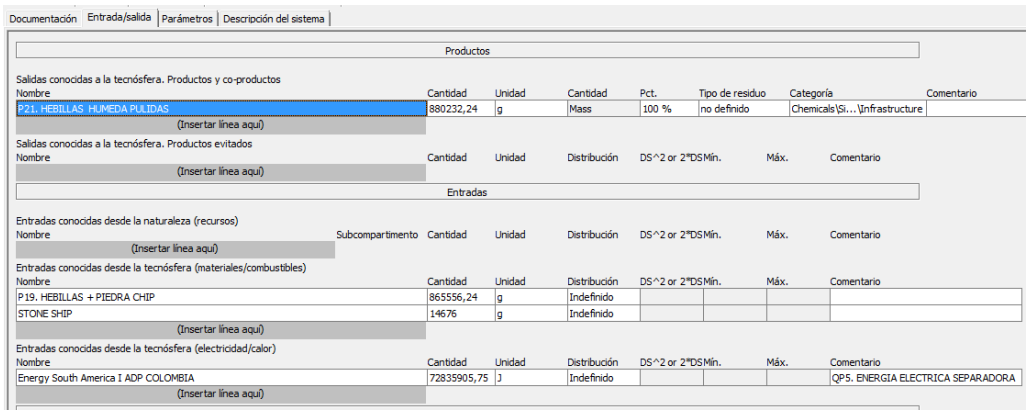
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Dust, unspecified		3883,0	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA+MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Stones and rubble		3132	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA+MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Zinc waste		869,39631	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA+MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Waste, solid		7914,89	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		80	dB	Indefinido				

Figura 22.*Hebillas Húmedas Pulidas P21.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P21. HEBILLAS HUMEDA PULIDAS	880232,24	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

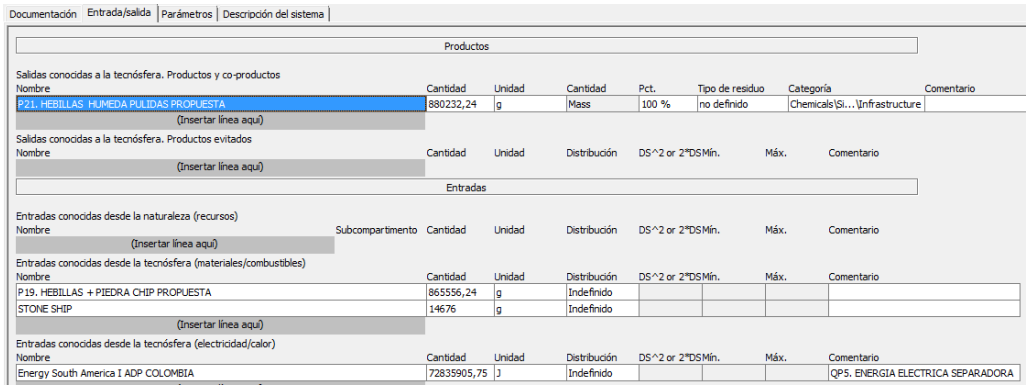
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P19. HEBILLAS + PIEDRA CHIP	865556,24	g	Indefinido				
STONE SHIP	14676	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	72835905,75	J	Indefinido				QP5. ENERGIA ELECTRICA SEPARADORA
(Insertar línea aquí)							

Figura 23.*Hebillas Húmedas Pulidas Propuesta P21.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P21. HEBILLAS HUMEDA PULIDAS PROPUESTA	880232,24	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

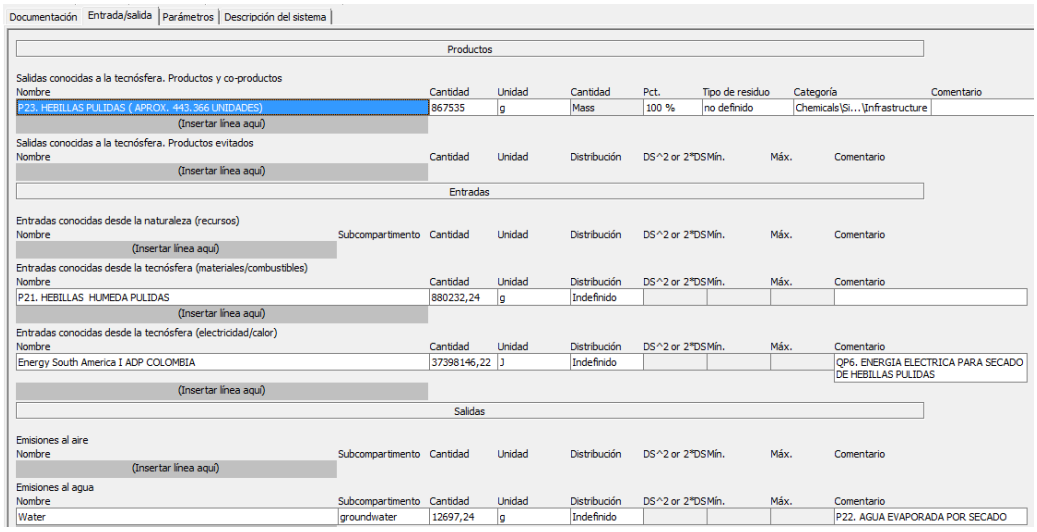
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P19. HEBILLAS + PIEDRA CHIP PROPUESTA	865556,24	g	Indefinido				
STONE SHIP	14676	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	72835905,75	J	Indefinido				QP5. ENERGIA ELECTRICA SEPARADORA

Figura 24.*Hebillas Pulidas P23.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P23. HEBILLAS PULIDAS (APROX. 443.366 UNIDADES)	867535	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P21. HEBILLAS HUMEDA PULIDAS	880232,24	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	37398146,22	J	Indefinido				QP6. ENERGIA ELECTRICA PARA SECADO DE HEBILLAS PULIDAS
(Insertar línea aquí)							

Salidas

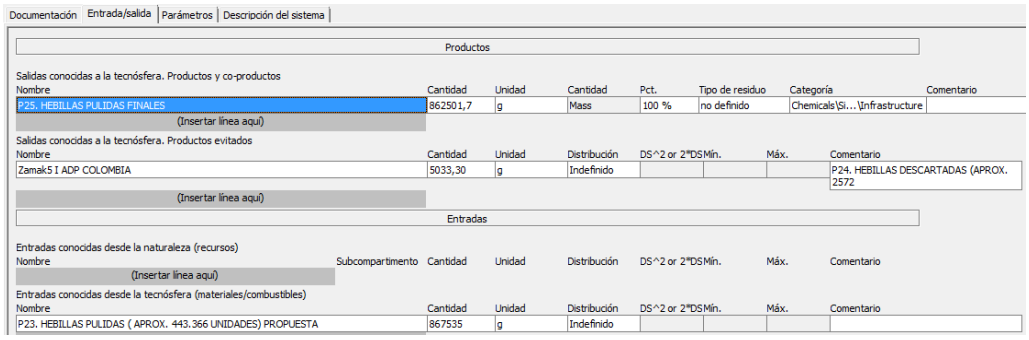
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Water	groundwater	12697,24	g	Indefinido				P22. AGUA EVAPORADA POR SECADO

Figura 25.*Hebillas Pulidas Finales P25.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P25. HEBILLAS PULIDAS FINALES	862501,7	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zamak5 I ADP COLOMBIA	5033,30	g	Indefinido				P24. HEBILLAS DESCARTADAS (APROX. 2572
(Insertar línea aquí)							

Entradas

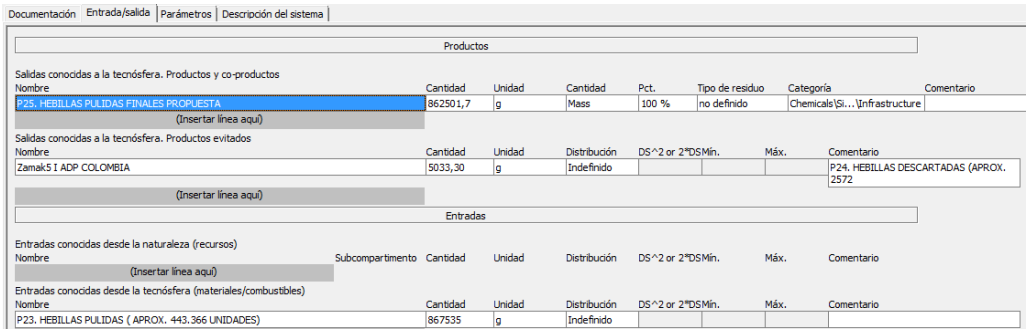
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P23. HEBILLAS PULIDAS (APROX. 443.366 UNIDADES) PROPUESTA	867535	g	Indefinido				

Figura 26.*Hebillas Pulidas Finales Propuesta P25.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
P25. HEBILLAS PULIDAS FINALES PROPUESTA	862501,7	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zamak5 I ADP COLOMBIA	5033,30	g	Indefinido				P24. HEBILLAS DESCARTADAS (APROX. 2572
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

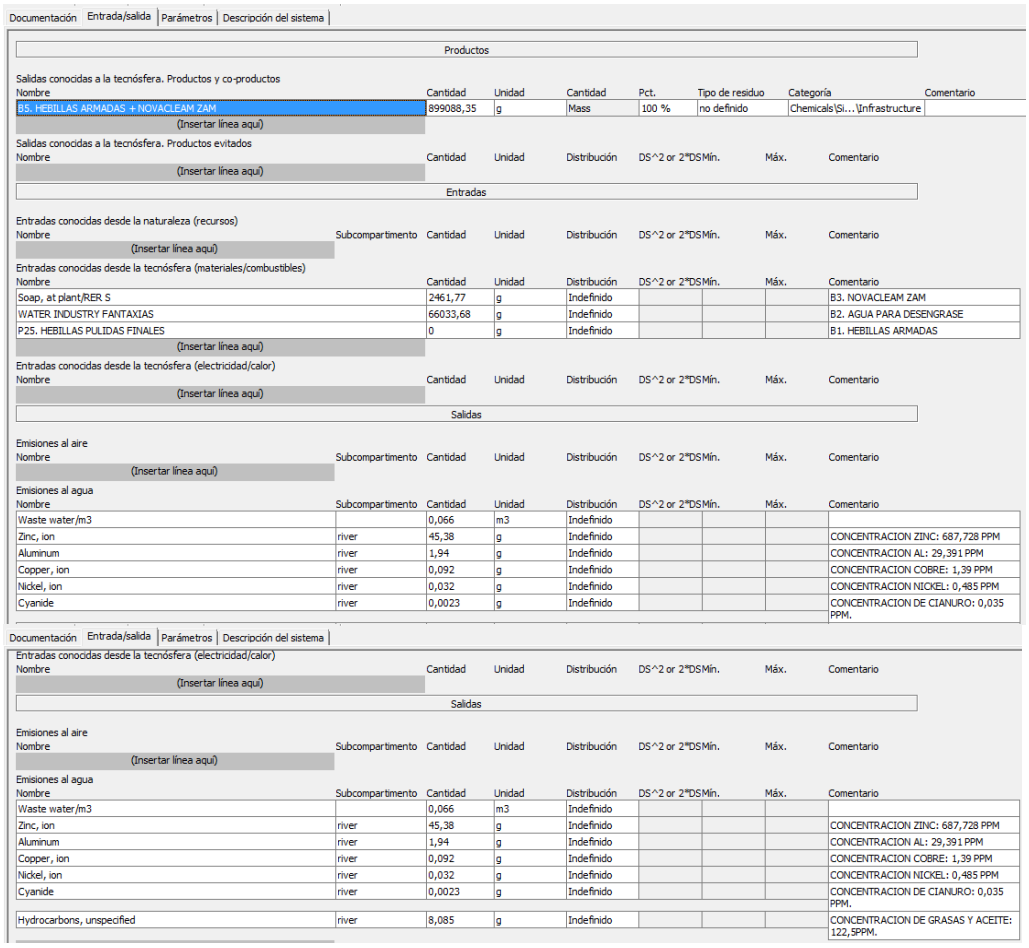
Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
P23. HEBILLAS PULIDAS (APROX. 443.366 UNIDADES)	867535	g	Indefinido				

SUBPROCESO DE BAÑOS DE RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO - FABRICACIÓN HEBILLA

Figura 27.*Hebillas armadas + Novaclean ZAMAK. B5.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B5. HEBILLAS ARMADAS + NOVACLEAM ZAM	899088,35	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Soap, at plant/RER S	2461,77	g	Indefinido				B3. NOVACLEAM ZAM
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	66033,68	g	Indefinido				B2. AGUA PARA DESENGRASE
P25. HEBILLAS PULIDAS FINALES	0	g	Indefinido				B1. HEBILLAS ARMADAS
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,066	m3	Indefinido				
Zinc, ion	river	45,38	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 687,728 PPM
Aluminum	river	1,94	g	Indefinido				CONCENTRACION AL: 29,391 PPM
Copper, ion	river	0,092	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 1,39 PPM
Nickel, ion	river	0,032	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 0,485 PPM
Cyanide	river	0,0023	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,035 PPM.

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

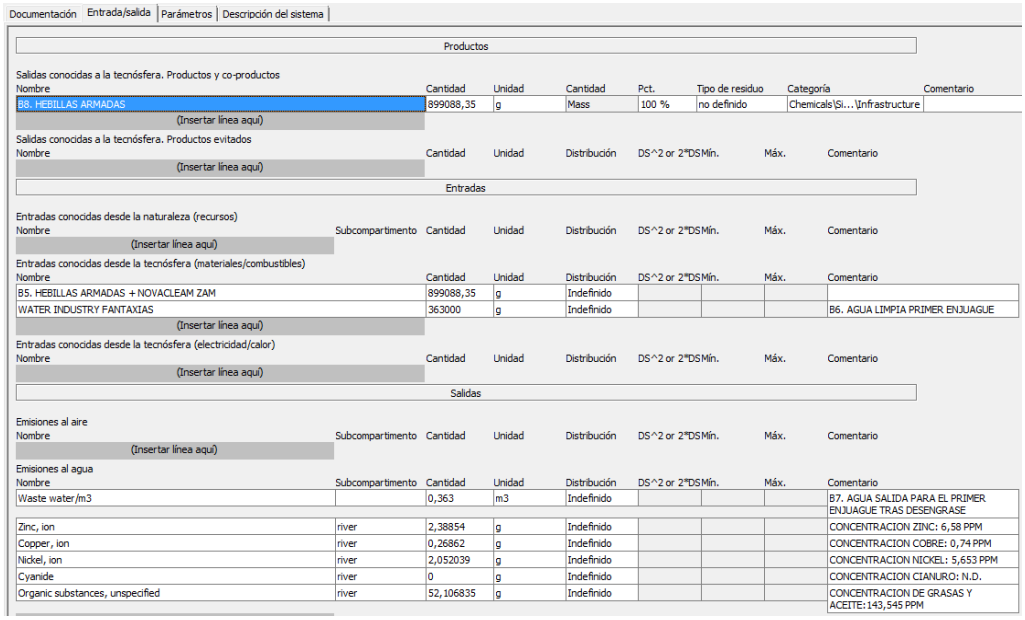
Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,066	m3	Indefinido				
Zinc, ion	river	45,38	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 687,728 PPM
Aluminum	river	1,94	g	Indefinido				CONCENTRACION AL: 29,391 PPM
Copper, ion	river	0,092	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 1,39 PPM
Nickel, ion	river	0,032	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 0,485 PPM
Cyanide	river	0,0023	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,035 PPM.

Hydrocarbons, unspecified	river	8,085	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 122,5PPM.

Figura 28.*Hebillas Armadas B8.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B8. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B5. HEBILLAS ARMADAS + NOVACLEAM ZAM	899088,35	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B6. AGUA LIMPIA PRIMER ENJUAGUE
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

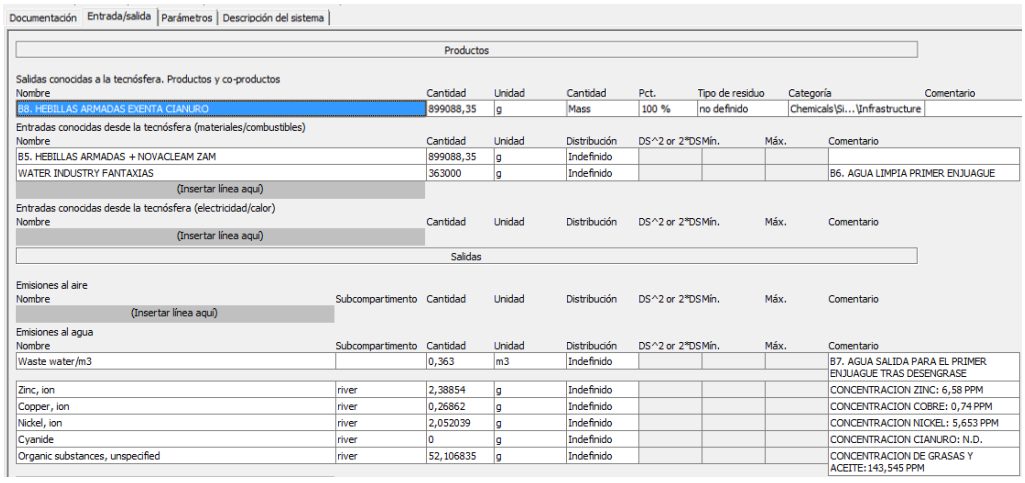
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,363	m3	Indefinido				B7. AGUA SALIDA PARA EL PRIMER ENJUAGUE TRAS DESENGRASE
Zinc, ion	river	2,38854	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 6,58 PPM
Copper, ion	river	0,26862	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 0,74 PPM
Nickel, ion	river	2,052039	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 5,653 PPM
Cyanide	river	0	g	Indefinido				CONCENTRACION CIANURO: N.D.
Organic substances, unspecified	river	52,106835	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 143,545 PPM

Figura 29.*Hebillas Armadas Exenta Cianuro B8.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B8. HEBILLAS ARMADAS EXENTA CIANURO	899088,35	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B5. HEBILLAS ARMADAS + NOVACLEAM ZAM	899088,35	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B6. AGUA LIMPIA PRIMER ENJUAGUE
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

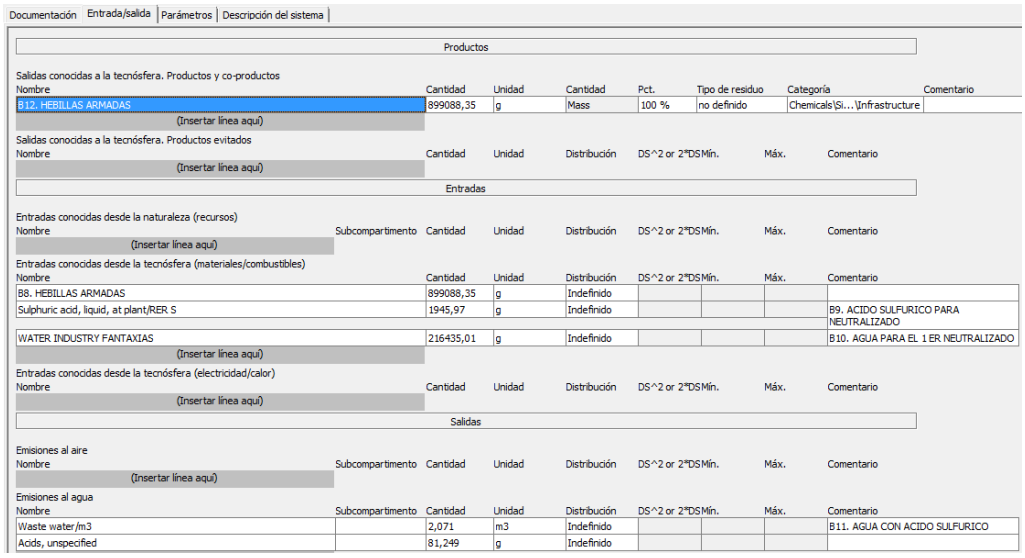
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,363	m3	Indefinido				B7. AGUA SALIDA PARA EL PRIMER ENJUAGUE TRAS DESENGRASE
Zinc, ion	river	2,38854	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 6,58 PPM
Copper, ion	river	0,26862	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 0,74 PPM
Nickel, ion	river	2,052039	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 5,653 PPM
Cyanide	river	0	g	Indefinido				CONCENTRACION CIANURO: N.D.
Organic substances, unspecified	river	52,106835	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 143,545 PPM

Figura 30.*Hebillas armadas.B12.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B12. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B8. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Indefinido				
Sulphuric acid, liquid, at plant/RER S	1945,97	g	Indefinido				B9. ACIDO SULFURICO PARA NEUTRALIZADO
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	216435,01	g	Indefinido				B10. AGUA PARA EL 1 ER NEUTRALIZADO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

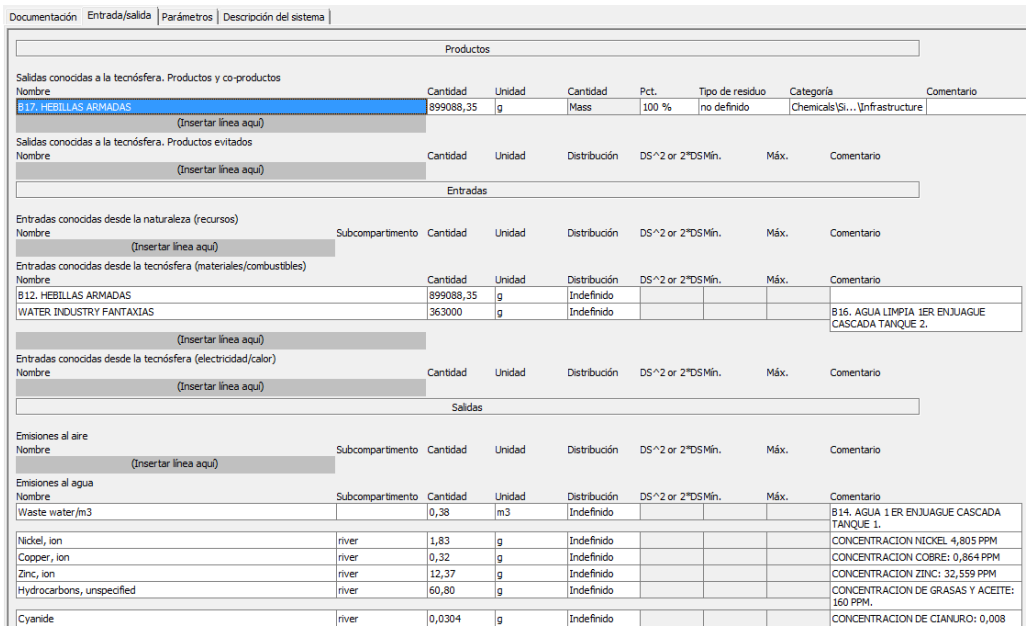
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		2,071	m3	Indefinido				B11. AGUA CON ACIDO SULFURICO
Acids, unspecified		81,249	g	Indefinido				

Figura 31.*Hebillas armadas.B17.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B17. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B12. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B16. AGUA LIMPIA 1ER ENJUAGUE CASCADA TANQUE 2.
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,38	m3	Indefinido				B14. AGUA 1 ER ENJUAGUE CASCADA TANQUE 1.
Nickel, ion	river	1,83	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL 4,805 PPM
Copper, ion	river	0,32	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 0,864 PPM
Zinc, ion	river	12,37	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 32,559 PPM
Hydrocarbons, unspecified	river	60,80	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 160 PPM.
Cyanide	river	0,0304	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,008

Continúa página siguiente

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,38	m3	Indefinido				B14. AGUA 1 ER ENJUAGUE CASCADA TANQUE 1.
Nickel, ion	river	1,83	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL 4,805 PPM
Copper, ion	river	0,32	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 0,864 PPM
Zinc, ion	river	12,37	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 32,559 PPM
Hydrocarbons, unspecified	river	60,80	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 160 PPM.
Cyanide	river	0,0304	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,008 PPM.

Figura 32.*Hebillas armadas B28..*

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B28. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B17. HEBILLAS ARMADAS	899088,35	g	Indefinido				
Anode slime, silver and tellurium containing, primary copper production/GLO S	5133,73	g	Indefinido				B18. ANODOS DE COBRE METALICO
Sodium dichromate, at plant/RER S	14083,5	g	Indefinido				B20. CIANURO DE SODIO AL 22,5 g%.
COPPER CYANIDE	9877,43	g	Indefinido				B21. CIANURO DE COBRE 36,5 g%.
Potassium hydroxide, at regional storage/RER S	843,32	g	Indefinido				B22. SAL DE ROCHELLE (TARTRATO DOBLE DE SODIUM Y POTASIO AL 99%).
Lubricating oil, at plant/RER S	493,34	g	Indefinido				B23. ABRILLANTADOR DE COBRE (ALKABRIGHT)
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	71682,5	g	Indefinido				B19. AGUA LIMPIA PARA COBRIZADO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	1465288704	J	Indefinido				QB1. ENERGIA ELECTRICA RECTIFICADOR PARA COBRIZADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	122225975,72	J	Indefinido				QB2. ENERGIA ELECTRICA ROTACION TAMBOR COBRIZADO

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Potassium hydroxide, at regional storage/RER S	843,32	g	Indefinido				B22. SAL DE ROCHELLE (TARTRATO DOBLE DE SODIUM Y POTASIO AL 99%).
Lubricating oil, at plant/RER S	493,34	g	Indefinido				B23. ABRILLANTADOR DE COBRE (ALKABRIGHT)
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	71682,5	g	Indefinido				B19. AGUA LIMPIA PARA COBRIZADO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	1465288704	J	Indefinido				QB1. ENERGIA ELECTRICA RECTIFICADOR PARA COBRIZADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	122225975,72	J	Indefinido				QB2. ENERGIA ELECTRICA ROTACION TAMBOR COBRIZADO
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

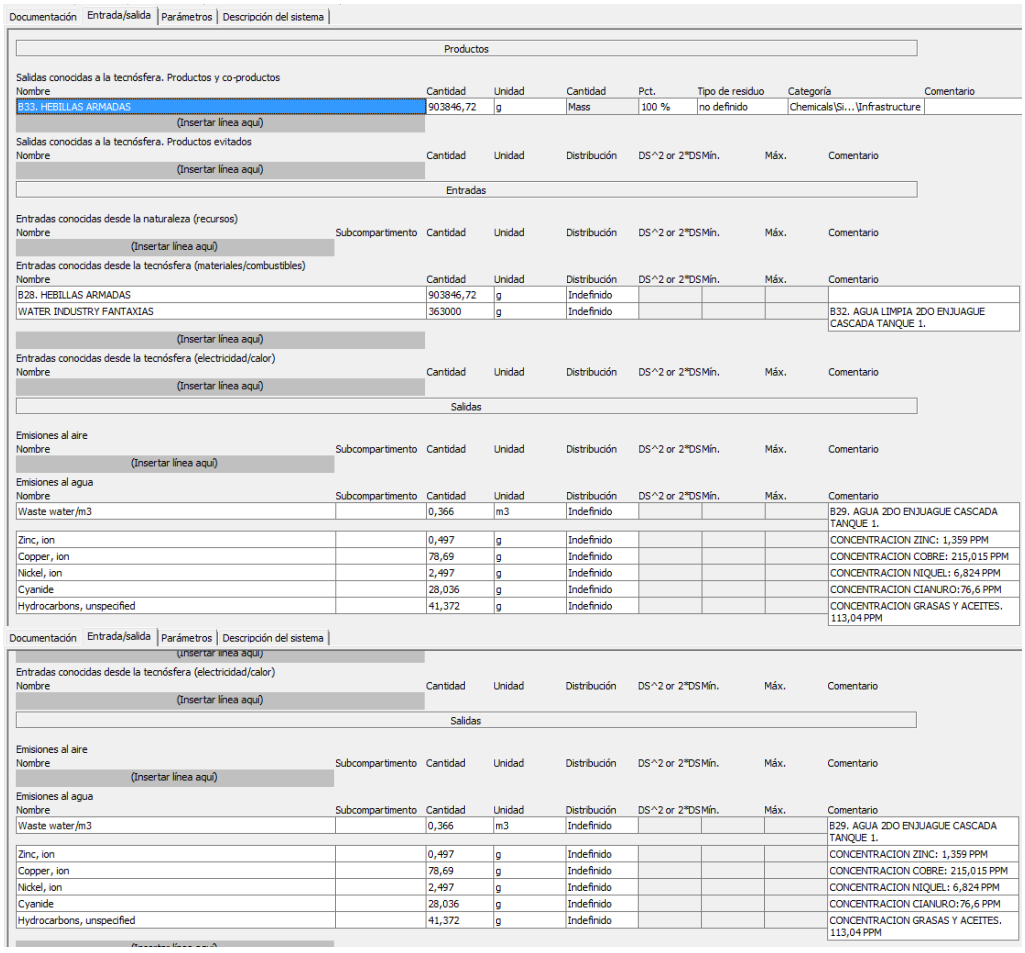
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		80	dB	Indefinido				

Figura 33.*Hebillas Armadas B33.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B33. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B28. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B32. AGUA LIMPIA 2DO ENJUAGUE CASCADA TANQUE 1.
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,366	m3	Indefinido				B29. AGUA 2DO ENJUAGUE CASCADA TANQUE 1.
Zinc, ion		0,497	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 1,359 PPM
Copper, ion		78,69	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 215,015 PPM
Nickel, ion		2,497	g	Indefinido				CONCENTRACION NIQUEL: 6,824 PPM
Cyanide		28,036	g	Indefinido				CONCENTRACION CIANURO:76,6 PPM
Hydrocarbons, unspecified		41,372	g	Indefinido				CONCENTRACION GRASAS Y ACEITES. 113,04 PPM

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

(Insertar línea aquí)

Salidas

Emisiones al aire

(Insertar línea aquí)

Emisiones al agua

Waste water/m3 | 0,366 | m3 | Indefinido | B29. AGUA 2DO ENJUAGUE CASCADA TANQUE 1.

Zinc, ion | 0,497 | g | Indefinido | CONCENTRACION ZINC: 1,359 PPM

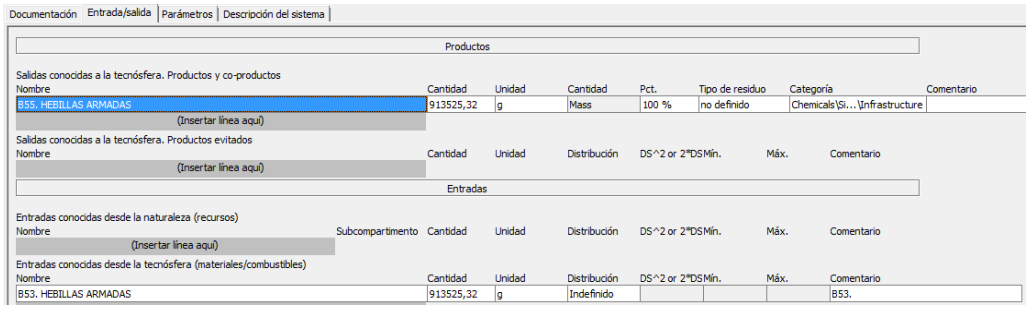
Copper, ion | 78,69 | g | Indefinido | CONCENTRACION COBRE: 215,015 PPM

Nickel, ion | 2,497 | g | Indefinido | CONCENTRACION NIQUEL: 6,824 PPM

Cyanide | 28,036 | g | Indefinido | CONCENTRACION CIANURO:76,6 PPM

Hydrocarbons, unspecified | 41,372 | g | Indefinido | CONCENTRACION GRASAS Y ACEITES. 113,04 PPM

Figura 34.*Hebillas Armadas B55.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B55. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

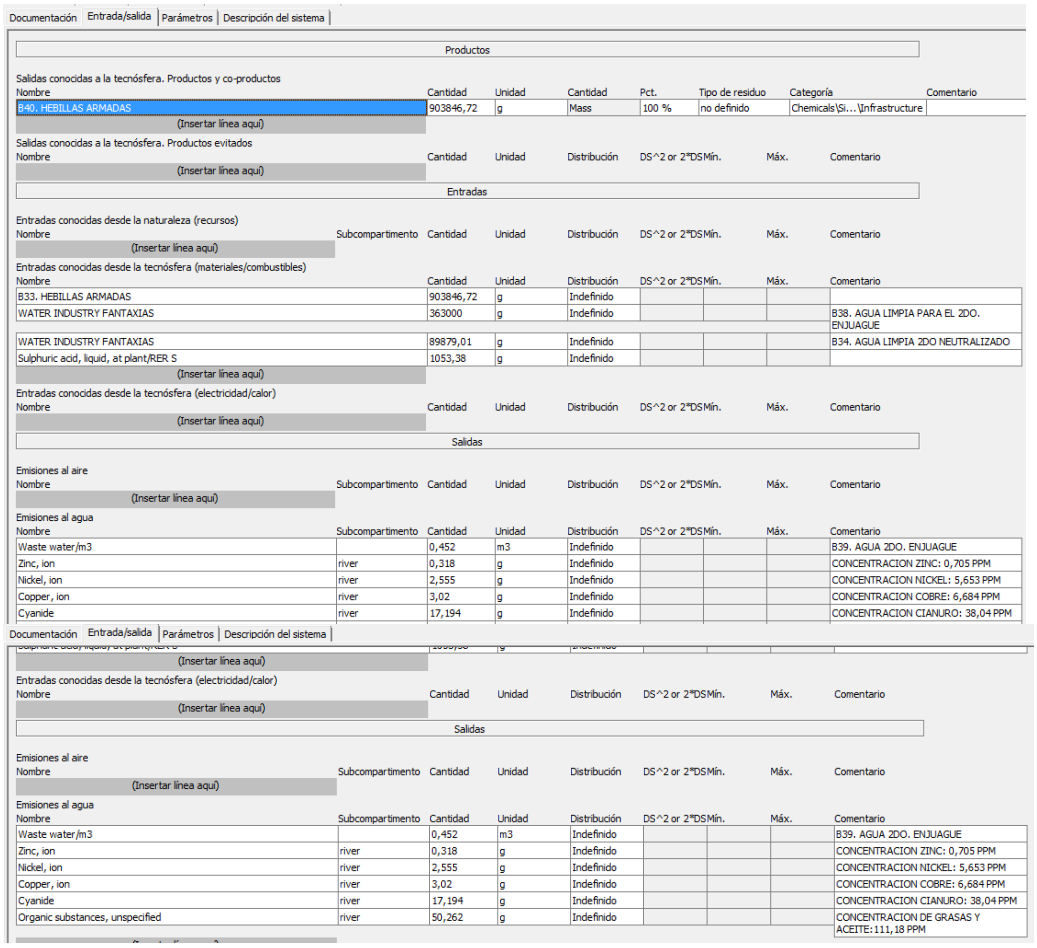
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B53. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Indefinido				B53.

Figura 35.*Hebillas armadas.B40.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B40. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B33. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B38. AGUA LIMPIA PARA EL 2DO. ENJUAGUE
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	89879,01	g	Indefinido				B34. AGUA LIMPIA 2DO NEUTRALIZADO
Sulphuric acid, liquid, at plant/RER S	1053,38	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,452	m3	Indefinido				B39. AGUA 2DO. ENJUAGUE
Zinc, ion	river	0,318	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 0,705 PPM
Nickel, ion	river	2,555	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 5,653 PPM
Copper, ion	river	3,02	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 6,684 PPM
Cyanide	river	17,194	g	Indefinido				CONCENTRACION CIANURO: 38,04 PPM

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

(Insertar línea aquí)

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

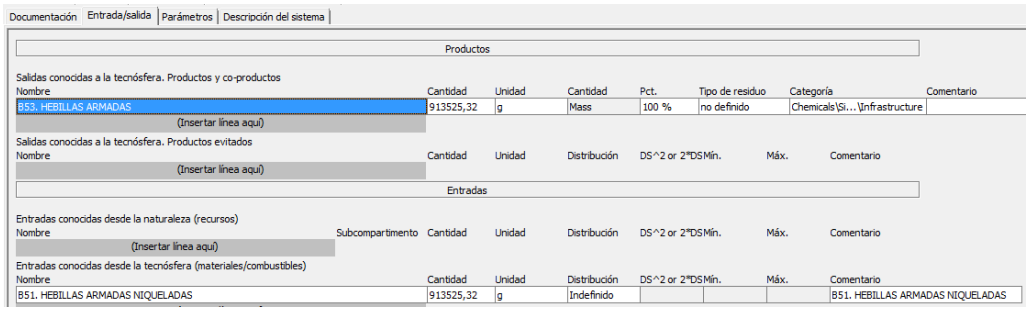
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,452	m3	Indefinido				B39. AGUA 2DO. ENJUAGUE
Zinc, ion	river	0,318	g	Indefinido				CONCENTRACION ZINC: 0,705 PPM
Nickel, ion	river	2,555	g	Indefinido				CONCENTRACION NICKEL: 5,653 PPM
Copper, ion	river	3,02	g	Indefinido				CONCENTRACION COBRE: 6,684 PPM
Cyanide	river	17,194	g	Indefinido				CONCENTRACION CIANURO: 38,04 PPM
Organic substances, unspecified	river	50,262	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE:111,18 PPM

Figura 36.*Hebillas Armadas B53.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B53. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

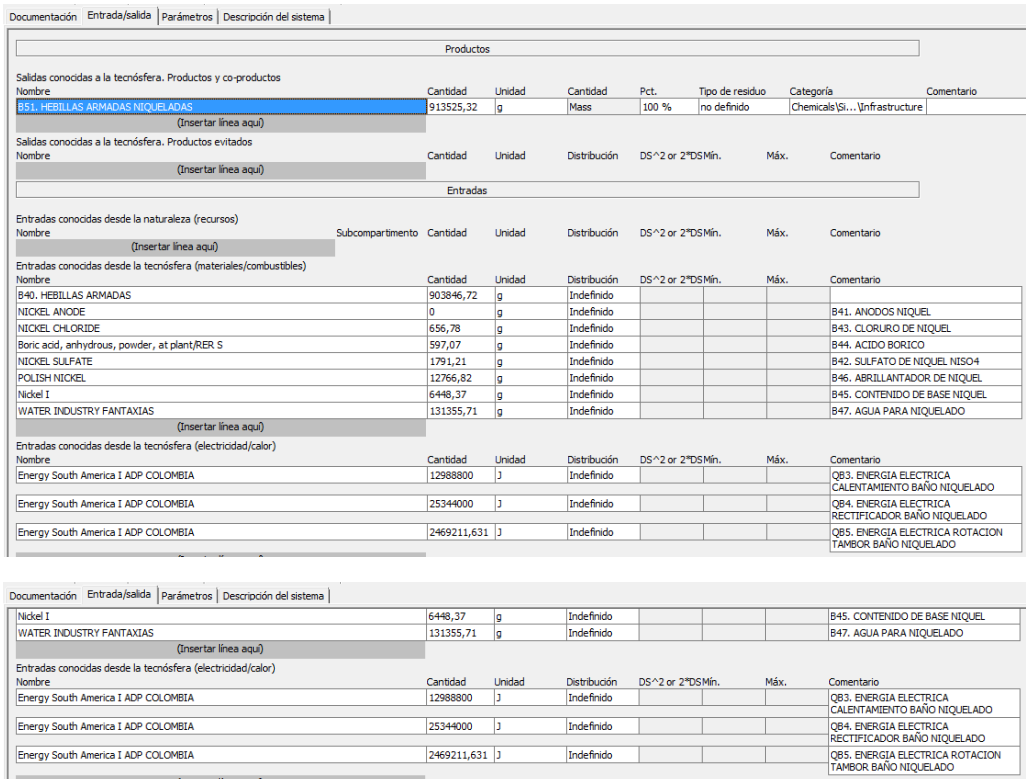
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B51. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS	913525,32	g	Indefinido				B51. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS

Figura 37.*Hebillas Armadas Niqueladas B51.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B51. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B40. HEBILLAS ARMADAS	903846,72	g	Indefinido				
NICKEL ANODE	0	g	Indefinido				B41. ANODOS NIQUEL
NICKEL CHLORIDE	656,78	g	Indefinido				B43. CLORURO DE NIQUEL
Boric acid, anhydrous, powder, at plant/RER S	597,07	g	Indefinido				B44. ACIDO BORICO
NICKEL SULFATE	1791,21	g	Indefinido				B42. SULFATO DE NIQUEL NISO4
POLISH NICKEL	12766,82	g	Indefinido				B46. ABRILLANTADOR DE NIQUEL
Nickel I	6448,37	g	Indefinido				B45. CONTENIDO DE BASE NIQUEL
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	131355,71	g	Indefinido				B47. AGUA PARA NIQUELADO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	12988800	J	Indefinido				QB3. ENERGIA ELECTRICA CALENTAMIENTO BAÑO NIQUELADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	25344000	J	Indefinido				QB4. ENERGIA ELECTRICA RECTIFICADOR BAÑO NIQUELADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	2469211,631	J	Indefinido				QB5. ENERGIA ELECTRICA ROTACION TAMBOR BAÑO NIQUELADO

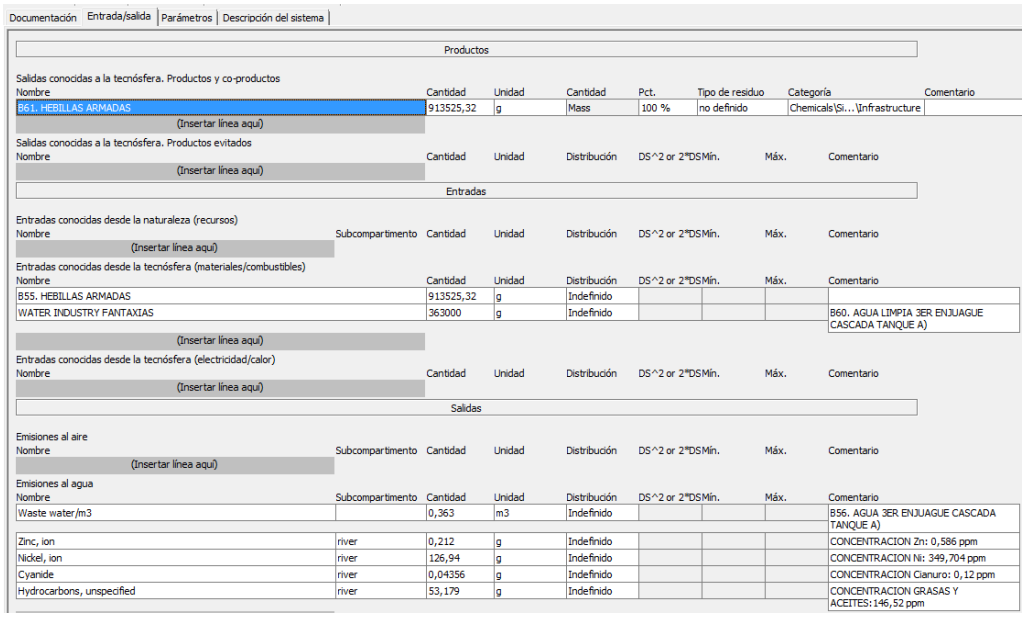
Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Nickel I	6448,37	g	Indefinido				B45. CONTENIDO DE BASE NIQUEL
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	131355,71	g	Indefinido				B47. AGUA PARA NIQUELADO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	12988800	J	Indefinido				QB3. ENERGIA ELECTRICA CALENTAMIENTO BAÑO NIQUELADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	25344000	J	Indefinido				QB4. ENERGIA ELECTRICA RECTIFICADOR BAÑO NIQUELADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	2469211,631	J	Indefinido				QB5. ENERGIA ELECTRICA ROTACION TAMBOR BAÑO NIQUELADO

Figura 38.*Hebillas Armadas B61.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B61. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B55. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B60. AGUA LIMPIA 3ER ENJUAGUE CASCADA TANQUE A)
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

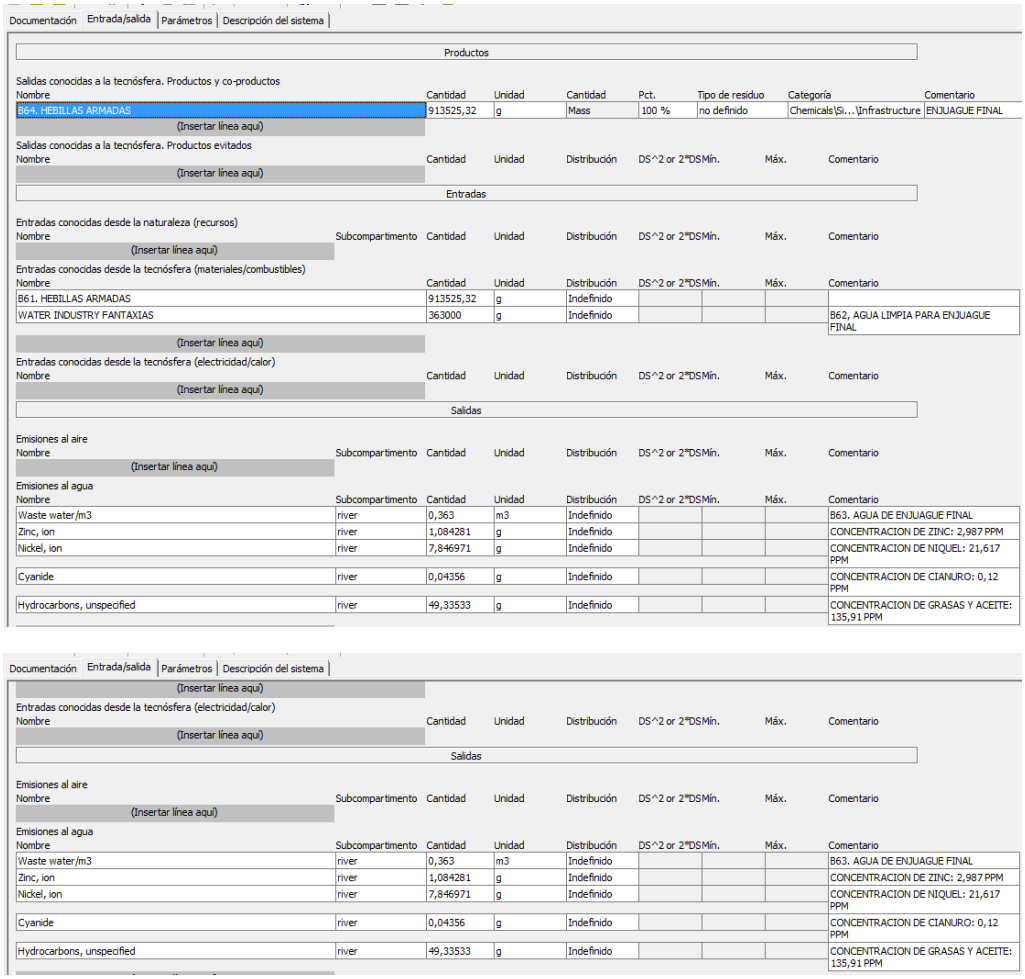
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3		0,363	m3	Indefinido				B56. AGUA 3ER ENJUAGUE CASCADA TANQUE A)
Zinc, ion	river	0,212	g	Indefinido				CONCENTRACION Zn: 0,586 ppm
Nickel, ion	river	126,94	g	Indefinido				CONCENTRACION Ni: 349,704 ppm
Cyanide	river	0,04356	g	Indefinido				CONCENTRACION Cianuro: 0,12 ppm
Hydrocarbons, unspecified	river	53,179	g	Indefinido				CONCENTRACION GRASAS Y ACEITES: 146,52 ppm

Figura 39.*Hebillas Armadas B64.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B64. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	ENJUAGUE FINAL
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B61. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	363000	g	Indefinido				B62, AGUA LIMPIA PARA ENJUAGUE FINAL
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	0,363	m3	Indefinido				B63. AGUA DE ENJUAGUE FINAL
Zinc, ion	river	1,084281	g	Indefinido				CONCENTRACION DE ZINC: 2,987 PPM
Nickel, ion	river	7,846971	g	Indefinido				CONCENTRACION DE NIQUEL: 21,617 PPM
Cyanide	river	0,04356	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,12 PPM
Hydrocarbons, unspecified	river	49,33533	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 135,91 PPM

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

(Insertar línea aquí)

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

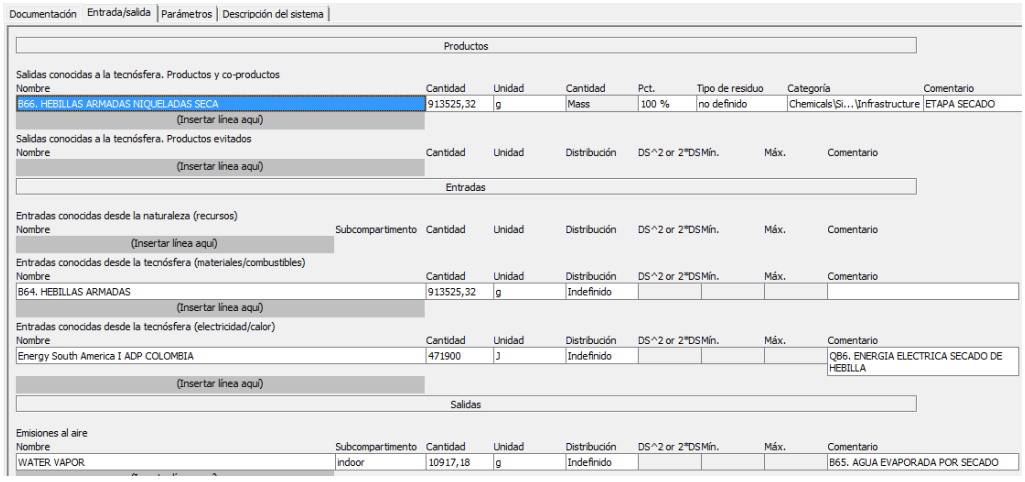
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste water/m3	river	0,363	m3	Indefinido				B63. AGUA DE ENJUAGUE FINAL
Zinc, ion	river	1,084281	g	Indefinido				CONCENTRACION DE ZINC: 2,987 PPM
Nickel, ion	river	7,846971	g	Indefinido				CONCENTRACION DE NIQUEL: 21,617 PPM
Cyanide	river	0,04356	g	Indefinido				CONCENTRACION DE CIANURO: 0,12 PPM
Hydrocarbons, unspecified	river	49,33533	g	Indefinido				CONCENTRACION DE GRASAS Y ACEITE: 135,91 PPM

Figura 40.*Hebillas Armadas Niqueladas Secas B66.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
B66. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS SECA	913525,32	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	ETAPA SECADO
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
B64. HEBILLAS ARMADAS	913525,32	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

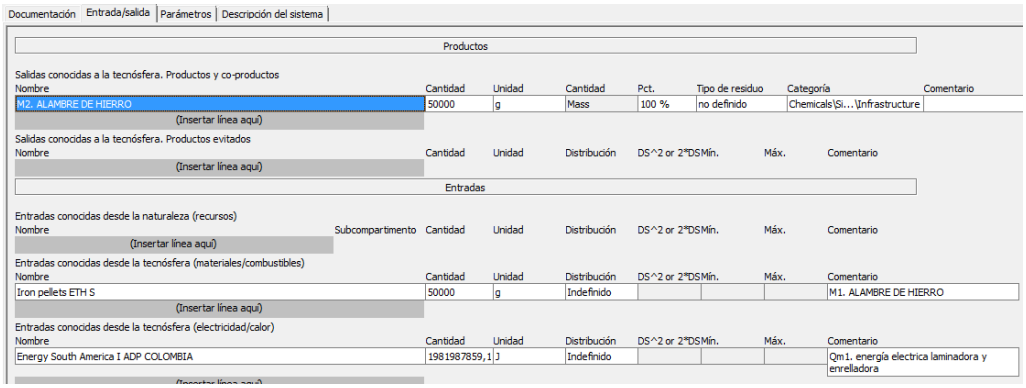
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	471900	J	Indefinido				QB6. ENERGIA ELECTRICA SECADO DE HEBILLA
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
WATER VAPOR	indoor	10917,18	g	Indefinido				B65. AGUA EVAPORADA POR SECADO

Figura 41.*Alambre De Hierro M2.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
M2. ALAMBRE DE HIERRO	50000	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

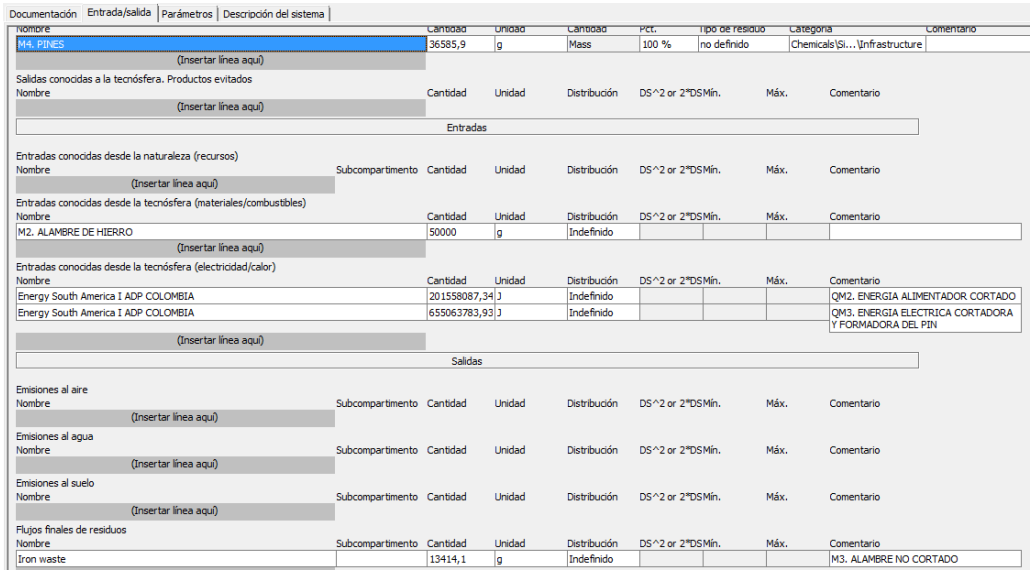
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Iron pellets ETH S	50000	g	Indefinido				M1. ALAMBRE DE HIERRO
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	1981987859,1	J	Indefinido				Qm1. energía electrica laminadora y enrelladora

Figura 42.*Pines M4.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
M4. PINES	36585,9	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
M2. ALAMBRE DE HIERRO	50000	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	201558087,34	J	Indefinido				QM2. ENERGIA ALIMENTADOR CORTADO
Energy South America I ADP COLOMBIA	655063783,93	J	Indefinido				QM3. ENERGIA ELECTRICA CORTADORA Y FORMADORA DEL PIN
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

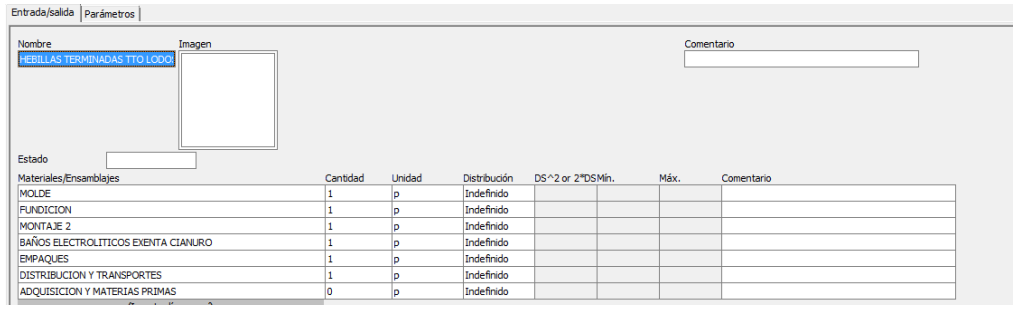
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Iron waste		13414,1	g	Indefinido				M3. ALAMBRE NO CORTADO

Figura 43.*Hebillas Terminadas TTO Lodos*



Entrada/salida | Parámetros

Nombre: HEBILLAS TERMINADAS TTO LODO

Imagen

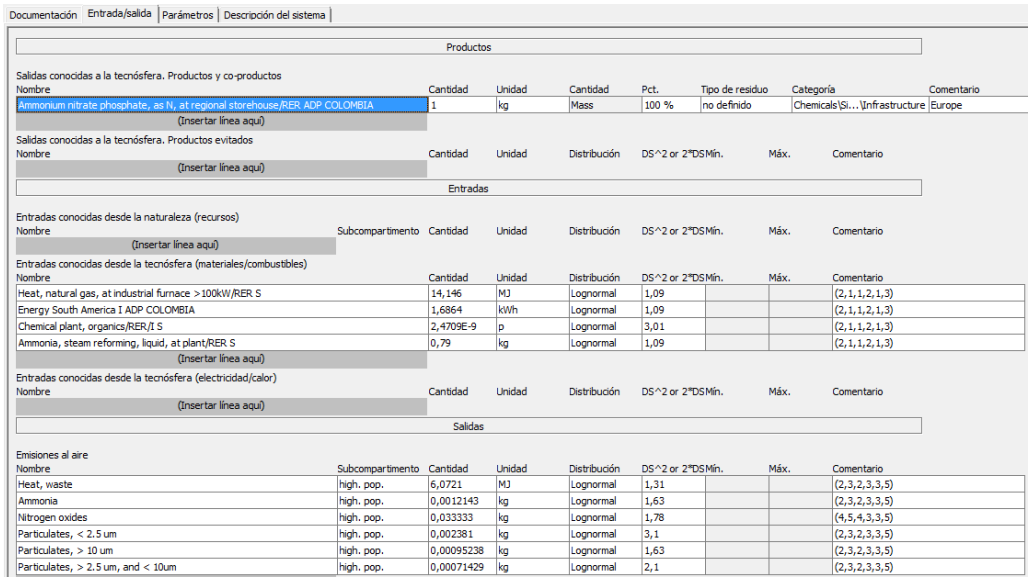
Comentario

Estado

Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
MOLDE	1	p	Indefinido				
FUNDICION	1	p	Indefinido				
MONTAJE 2	1	p	Indefinido				
BAÑOS ELECTROLITICOS EXENTA CIANURO	1	p	Indefinido				
EMPAQUES	1	p	Indefinido				
DISTRIBUCION Y TRANSPORTES	1	p	Indefinido				
ADQUISICION Y MATERIAS PRIMAS	0	p	Indefinido				

COMPUESTOS QUÍMICOS, ELEMENTOS QUÍMICOS, MATERIALES, COMBUSTIBLES Y ELECTRICIDAD

Figura 44. *Amonium nitrate phosphate, as N, at Regional storehouse/RER ADP COLOMBIA.*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Ammonium nitrate phosphate, as N, at regional storehouse/RER ADP COLOMBIA	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	Europe
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER S	14,146	MJ	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
Energy South America I ADP COLOMBIA	1,6864	kWh	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
Chemical plant, organics/RER/I S	2,4709E-9	p	Lognormal	3,01			(2,1,1,2,1,3)
Ammonia, steam reforming, liquid, at plant/RER S	0,79	kg	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

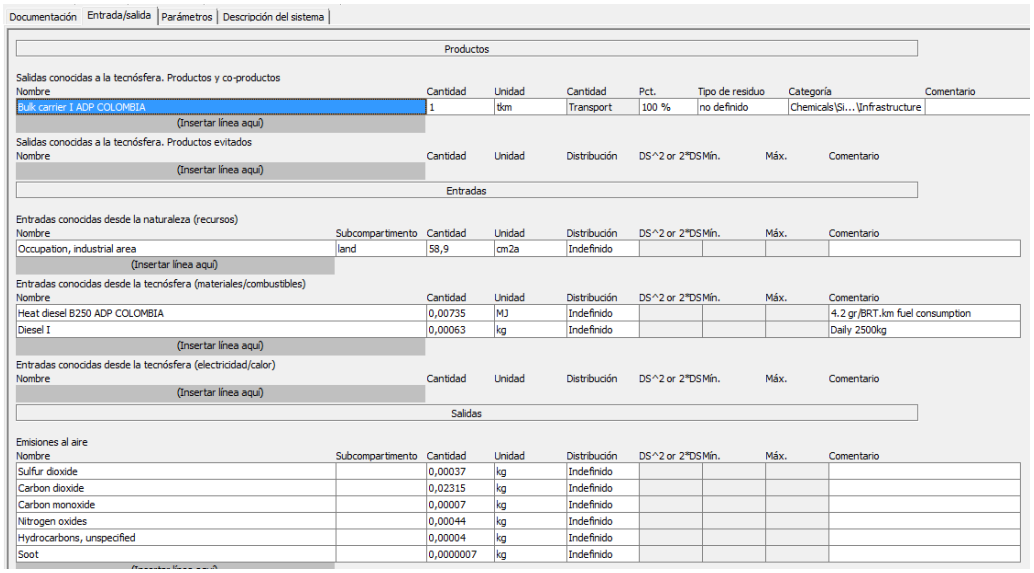
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, waste	high. pop.	6,0721	MJ	Lognormal	1,31			(2,3,2,3,3,5)
Ammonia	high. pop.	0,0012143	kg	Lognormal	1,63			(2,3,2,3,3,5)
Nitrogen oxides	high. pop.	0,033333	kg	Lognormal	1,78			(4,5,4,3,3,5)
Particulates, < 2.5 um	high. pop.	0,002381	kg	Lognormal	3,1			(2,3,2,3,3,5)
Particulates, > 10 um	high. pop.	0,00095238	kg	Lognormal	1,63			(2,3,2,3,3,5)
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	high. pop.	0,00071429	kg	Lognormal	2,1			(2,3,2,3,3,5)

Figura 45. *Bulk carrier i adaptado Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Bulk carrier I ADP COLOMBIA	1	tkm	Transport	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Occupation, industrial area	land	58,9	m2a	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat diesel B250 ADP COLOMBIA	0,00735	MJ	Indefinido				4.2 gr/BRT.km fuel consumption
Diesel I	0,00063	kg	Indefinido				Daily 2500kg
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

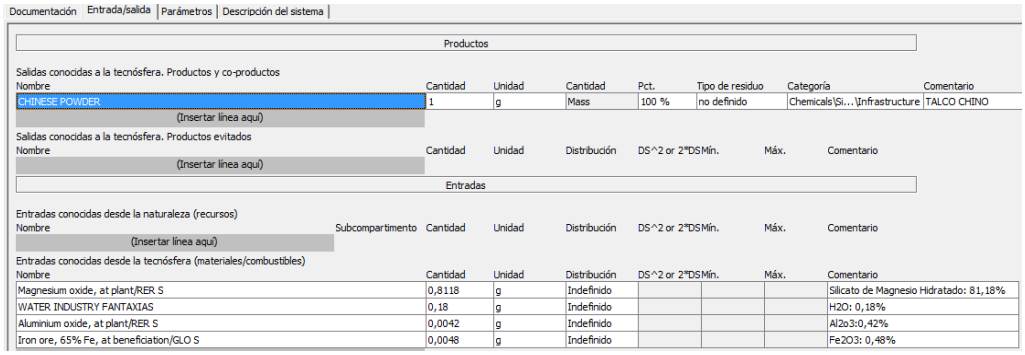
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Sulfur dioxide		0,00037	kg	Indefinido				
Carbon dioxide		0,02315	kg	Indefinido				
Carbon monoxide		0,00007	kg	Indefinido				
Nitrogen oxides		0,00044	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, unspecified		0,00004	kg	Indefinido				
Soot		0,0000007	kg	Indefinido				

Figura 46. *Chinese Powder*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
CHINESE POWDER	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	TALCO CHINO
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

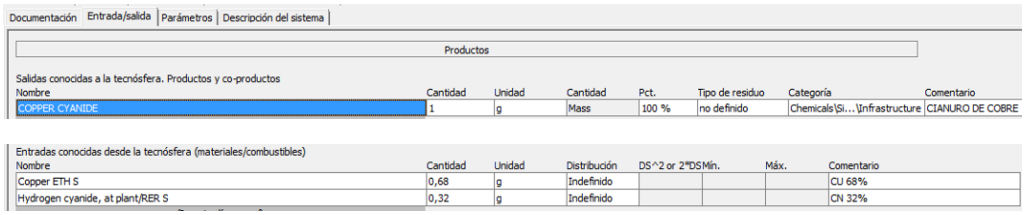
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Magnesium oxide, at plant/RER S	0,8118	g	Indefinido				Silicato de Magnesio Hidratado: 81,18%
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	0,18	g	Indefinido				H2O: 0,18%
Aluminium oxide, at plant/RER S	0,0042	g	Indefinido				Al2o3:0,42%
Iron ore, 65% Fe, at beneficiation/GLO S	0,0048	g	Indefinido				Fe2O3: 0,48%

Figura 47. *Copper Cyanide*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

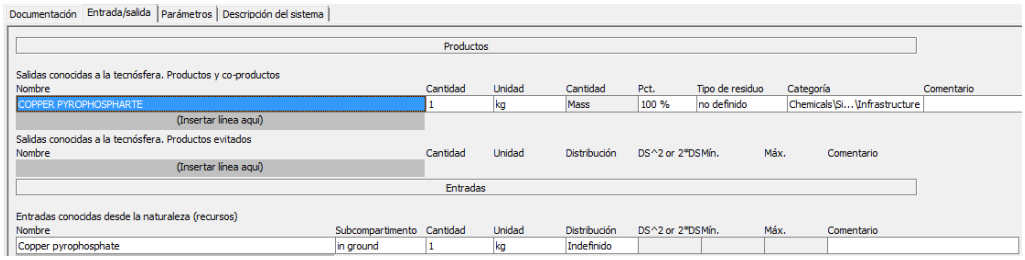
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
COPPER CYANIDE	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	CIANURO DE COBRE

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Copper ETH S	0,68	g	Indefinido				CU 68%
Hydrogen cyanide, at plant/RER S	0,32	g	Indefinido				CN 32%

Figura 48. *Copper Pyrophospharte*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
COPPER PYROPHOSPHARTE	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

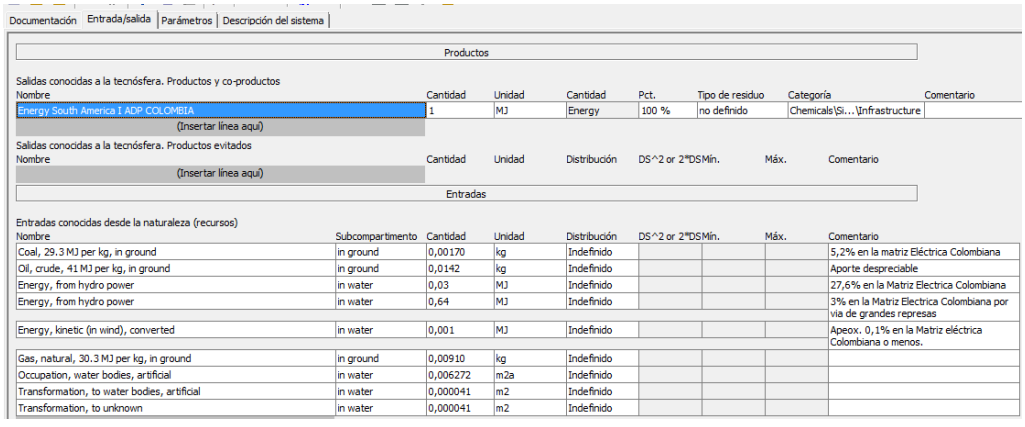
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Copper pyrophosphate	in ground	1	kg	Indefinido				

Figura 49. *Energy soulth america i adp Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	1	MJ	Energy	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

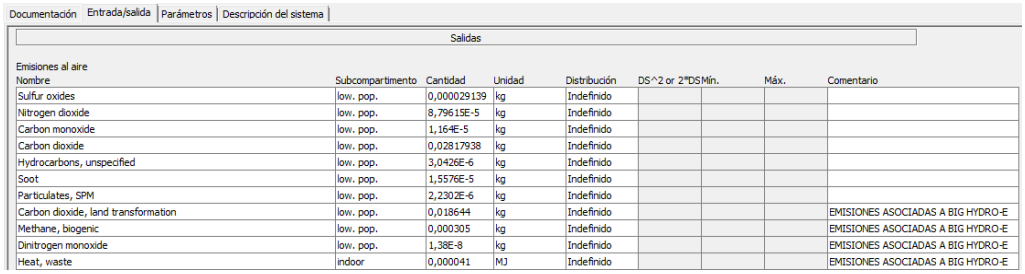
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Coal, 29.3 MJ per kg, in ground	in ground	0,00170	kg	Indefinido				5,2% en la matriz Eléctrica Colombiana
Oil, crude, 41 MJ per kg, in ground	in ground	0,0142	kg	Indefinido				Aporte despreciable
Energy, from hydro power	in water	0,03	MJ	Indefinido				27,6% en la Matriz Electrica Colombiana
Energy, from hydro power	in water	0,64	MJ	Indefinido				3% en la Matriz Electrica Colombiana por via de grandes represas
Energy, kinetic (in wind), converted	in water	0,001	MJ	Indefinido				Apeox. 0,1% en la Matriz eléctrica Colombiana o menos.
Gas, natural, 30.3 MJ per kg, in ground	in ground	0,00910	kg	Indefinido				
Occupation, water bodies, artificial	in water	0,006272	m2a	Indefinido				
Transformation, to water bodies, artificial	in water	0,000041	m2	Indefinido				
Transformation, to unknown	in water	0,000041	m2	Indefinido				

Continúa página siguiente



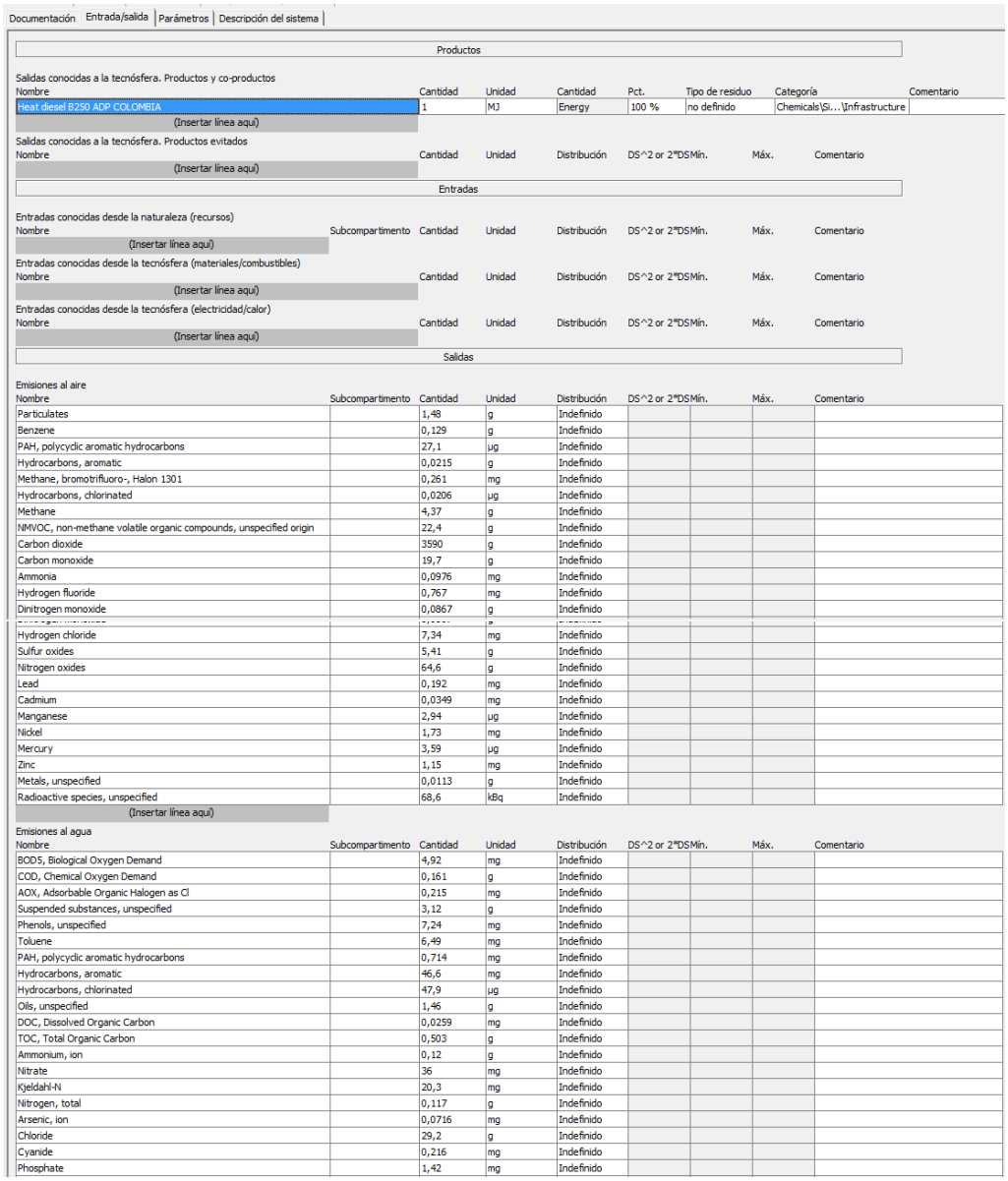
Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Sulfur oxides	low. pop.	0,000029139	kg	Indefinido				
Nitrogen dioxide	low. pop.	8,79615E-5	kg	Indefinido				
Carbon monoxide	low. pop.	1,164E-5	kg	Indefinido				
Carbon dioxide	low. pop.	0,02817938	kg	Indefinido				
Hydrocarbons, unspecified	low. pop.	3,0426E-6	kg	Indefinido				
Soot	low. pop.	1,5576E-5	kg	Indefinido				
Particulates, SPM	low. pop.	2,2302E-6	kg	Indefinido				
Carbon dioxide, land transformation	low. pop.	0,018644	kg	Indefinido				EMISIONES ASOCIADAS A BIG HYDRO-E
Methane, biogenic	low. pop.	0,000305	kg	Indefinido				EMISIONES ASOCIADAS A BIG HYDRO-E
Dinitrogen monoxide	low. pop.	1,38E-8	kg	Indefinido				EMISIONES ASOCIADAS A BIG HYDRO-E
Heat, waste	indoor	0,000041	MJ	Indefinido				EMISIONES ASOCIADAS A BIG HYDRO-E

Figura50. *Heat Diesel B250 ADP Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Heat diesel B250 ADP COLOMBIA	1	MJ	Energy	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

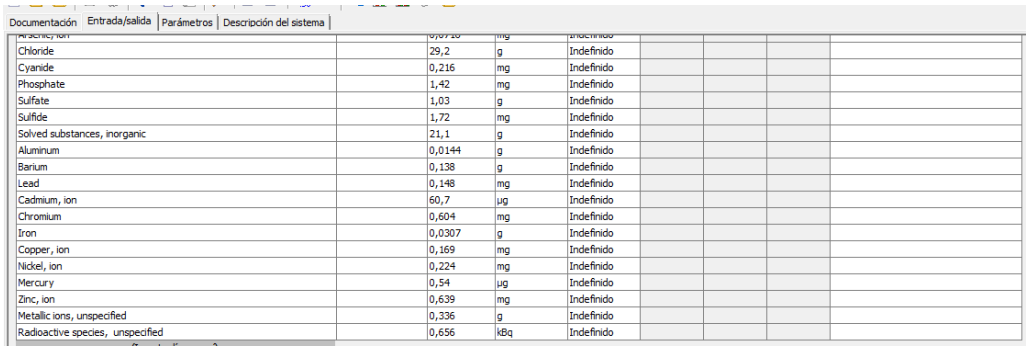
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Particulates		1,48	g	Indefinido				
Benzene		0,129	g	Indefinido				
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons		27,1	µg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		0,0215	g	Indefinido				
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301		0,261	mg	Indefinido				
Hydrocarbons, chlorinated		0,0206	µg	Indefinido				
Methane		4,37	g	Indefinido				
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		22,4	g	Indefinido				
Carbon dioxide		3590	g	Indefinido				
Carbon monoxide		19,7	g	Indefinido				
Ammonia		0,0976	mg	Indefinido				
Hydrogen fluoride		0,767	mg	Indefinido				
Dinitrogen monoxide		0,0867	g	Indefinido				
Hydrogen chloride		7,34	mg	Indefinido				
Sulfur oxides		5,41	g	Indefinido				
Nitrogen oxides		64,6	g	Indefinido				
Lead		0,192	mg	Indefinido				
Cadmium		0,0349	mg	Indefinido				
Manganese		2,94	µg	Indefinido				
Nickel		1,73	mg	Indefinido				
Mercury		3,59	µg	Indefinido				
Zinc		1,15	mg	Indefinido				
Metals, unspecified		0,0113	g	Indefinido				
Radioactive species, unspecified		68,6	kBq	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
BOD5, Biological Oxygen Demand		4,92	mg	Indefinido				
COD, Chemical Oxygen Demand		0,161	g	Indefinido				
AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl		0,215	mg	Indefinido				
Suspended substances, unspecified		3,12	g	Indefinido				
Phenols, unspecified		7,24	mg	Indefinido				
Toluene		6,49	mg	Indefinido				
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons		0,714	mg	Indefinido				
Hydrocarbons, aromatic		46,6	mg	Indefinido				
Hydrocarbons, chlorinated		47,9	µg	Indefinido				
Oils, unspecified		1,46	g	Indefinido				
DOC, Dissolved Organic Carbon		0,0259	mg	Indefinido				
TOC, Total Organic Carbon		0,503	g	Indefinido				
Ammonium, ion		0,12	g	Indefinido				
Nitrate		36	mg	Indefinido				
Kjeldahl-N		20,3	mg	Indefinido				
Nitrogen, total		0,117	g	Indefinido				
Arsenic, ion		0,0716	mg	Indefinido				
Chloride		29,2	g	Indefinido				
Cyanide		0,216	mg	Indefinido				
Phosphate		1,42	mg	Indefinido				

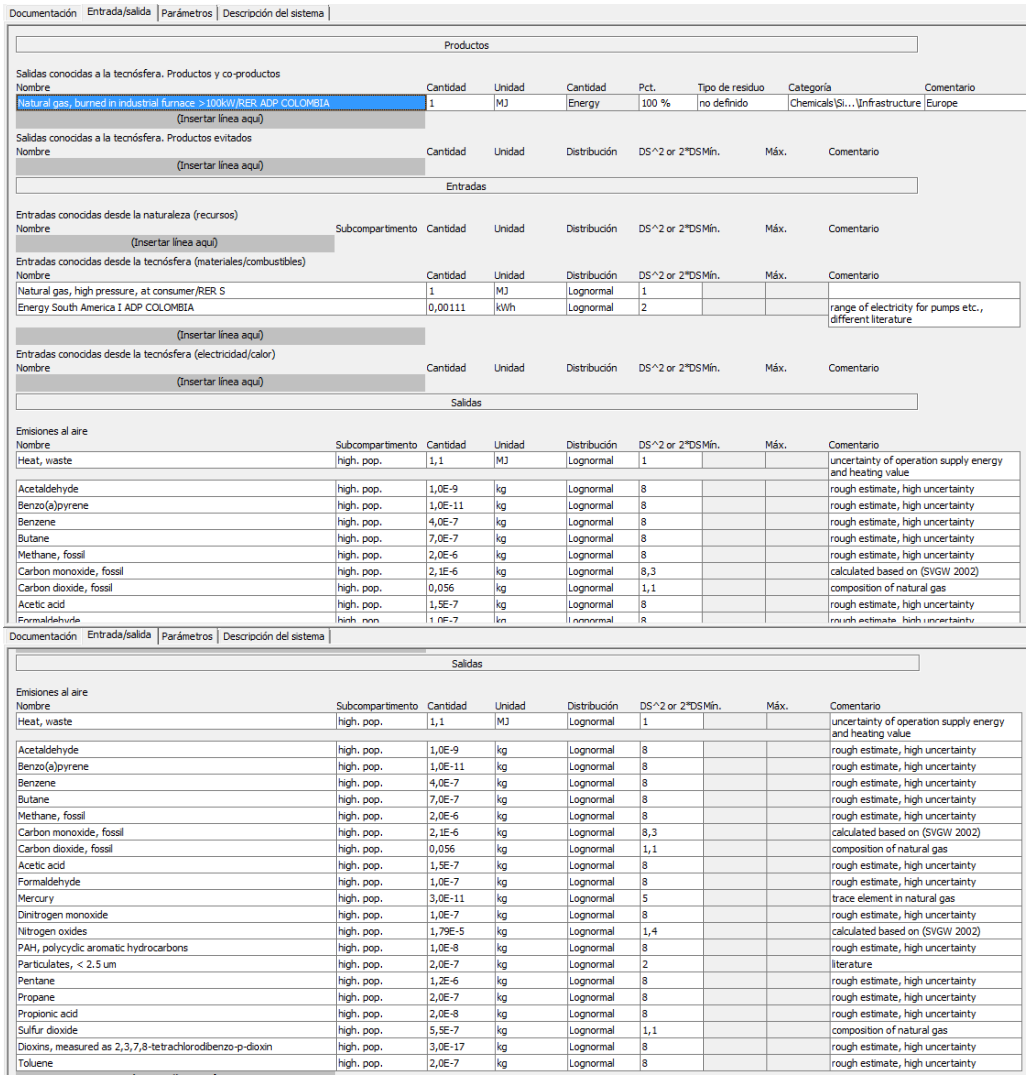
Continúa página siguiente



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Chloride		29,2	g	Indefinido				
Cyanide		0,216	mg	Indefinido				
Phosphate		1,42	mg	Indefinido				
Sulfate		1,03	g	Indefinido				
Sulfide		1,72	mg	Indefinido				
Solved substances, inorganic		21,1	g	Indefinido				
Aluminum		0,0144	g	Indefinido				
Barium		0,138	g	Indefinido				
Lead		0,148	mg	Indefinido				
Cadmium, ion		60,7	µg	Indefinido				
Chromium		0,604	mg	Indefinido				
Iron		0,0307	g	Indefinido				
Copper, ion		0,169	mg	Indefinido				
Nickel, ion		0,224	mg	Indefinido				
Mercury		0,54	µg	Indefinido				
Zinc, ion		0,639	mg	Indefinido				
Metallic ions, unspecified		0,336	g	Indefinido				
Radioactive species, unspecified		0,656	kBq	Indefinido				

Figura 51. *Natural Gas, Burned In Industrial Furnacer Adp Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RER ADP COLOMBIA	1	MJ	Energy	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	Europe
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Natural gas, high pressure, at consumer/RER S	1	MJ	Lognormal	1			
Energy South America I ADP COLOMBIA	0,00111	kWh	Lognormal	2			range of electricity for pumps etc., different literature
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, waste	high. pop.	1,1	MJ	Lognormal	1			uncertainty of operation supply energy and heating value
Acetaldehyde	high. pop.	1,0E-9	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Benzo(a)pyrene	high. pop.	1,0E-11	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Benzene	high. pop.	4,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Butane	high. pop.	7,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Methane, fossil	high. pop.	2,0E-6	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Carbon monoxide, fossil	high. pop.	2,1E-6	kg	Lognormal	8,3			calculated based on (SVGW 2002)
Carbon dioxide, fossil	high. pop.	0,056	kg	Lognormal	1,1			composition of natural gas
Acetic acid	high. pop.	1,5E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Formaldehyde	high. pop.	1,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty

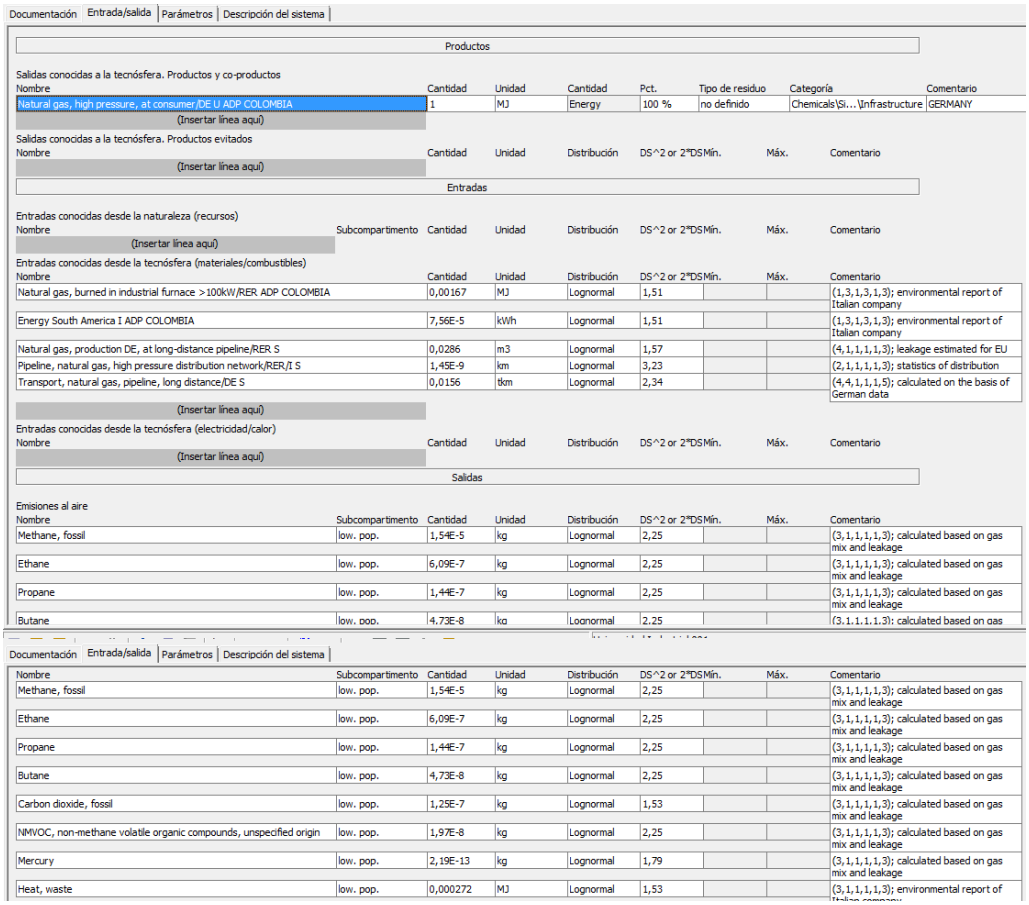
Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, waste	high. pop.	1,1	MJ	Lognormal	1			uncertainty of operation supply energy and heating value
Acetaldehyde	high. pop.	1,0E-9	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Benzo(a)pyrene	high. pop.	1,0E-11	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Benzene	high. pop.	4,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Butane	high. pop.	7,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Methane, fossil	high. pop.	2,0E-6	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Carbon monoxide, fossil	high. pop.	2,1E-6	kg	Lognormal	8,3			calculated based on (SVGW 2002)
Carbon dioxide, fossil	high. pop.	0,056	kg	Lognormal	1,1			composition of natural gas
Acetic acid	high. pop.	1,5E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Formaldehyde	high. pop.	1,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Mercury	high. pop.	3,0E-11	kg	Lognormal	5			trace element in natural gas
Dinitrogen monoxide	high. pop.	1,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Nitrogen oxides	high. pop.	1,79E-5	kg	Lognormal	1,4			calculated based on (SVGW 2002)
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	high. pop.	1,0E-8	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Particulates, < 2.5 um	high. pop.	2,0E-7	kg	Lognormal	2			literature
Pentane	high. pop.	1,2E-6	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Propane	high. pop.	2,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Propionic acid	high. pop.	2,0E-8	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Sulfur dioxide	high. pop.	5,5E-7	kg	Lognormal	1,1			composition of natural gas
Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	high. pop.	3,0E-17	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty
Toluene	high. pop.	2,0E-7	kg	Lognormal	8			rough estimate, high uncertainty

Figura52. *Natural Gas, High Presure, At Consumer / De U Adp Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Natural gas, high pressure, at consumer/DE U ADP COLOMBIA	1	MJ	Energy	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	GERMANY
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RER ADP COLOMBIA	0,00167	MJ	Lognormal	1,51			(1,3,1,3,1,3); environmental report of Italian company
Energy South America I ADP COLOMBIA	7,56E-5	kWh	Lognormal	1,51			(1,3,1,3,1,3); environmental report of Italian company
Natural gas, production DE, at long-distance pipeline/RER S	0,0286	m3	Lognormal	1,57			(4,1,1,1,1,3); leakage estimated for EU
Pipeline, natural gas, high pressure distribution network/RER/I S	1,45E-9	km	Lognormal	3,23			(2,1,1,1,1,3); statistics of distribution
Transport, natural gas, pipeline, long distance/DE S	0,0156	tkm	Lognormal	2,34			(4,4,1,1,1,5); calculated on the basis of German data
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

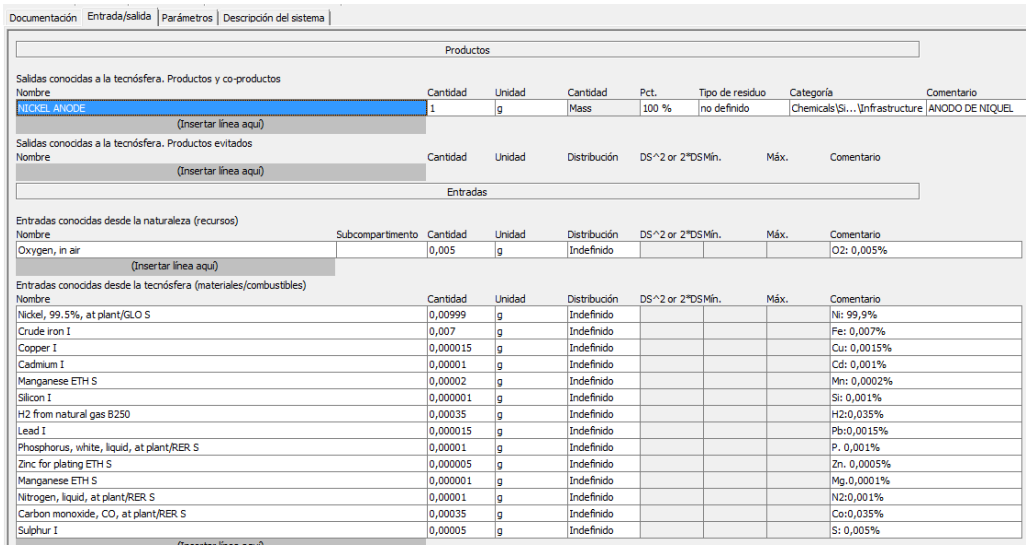
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Methane, fossil	low. pop.	1,54E-5	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Ethane	low. pop.	6,09E-7	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Propane	low. pop.	1,44E-7	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Butane	low. pop.	4,73E-8	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Methane, fossil	low. pop.	1,54E-5	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Ethane	low. pop.	6,09E-7	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Propane	low. pop.	1,44E-7	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Butane	low. pop.	4,73E-8	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Carbon dioxide, fossil	low. pop.	1,25E-7	kg	Lognormal	1,53			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	low. pop.	1,97E-8	kg	Lognormal	2,25			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Mercury	low. pop.	2,19E-13	kg	Lognormal	1,79			(3,1,1,1,1,3); calculated based on gas mix and leakage
Heat, waste	low. pop.	0,000272	MJ	Lognormal	1,53			(3,1,1,1,1,3); environmental report of

Figura53. *Nickel Anode*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
NICKEL ANODE	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	ANODO DE NIQUEL
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

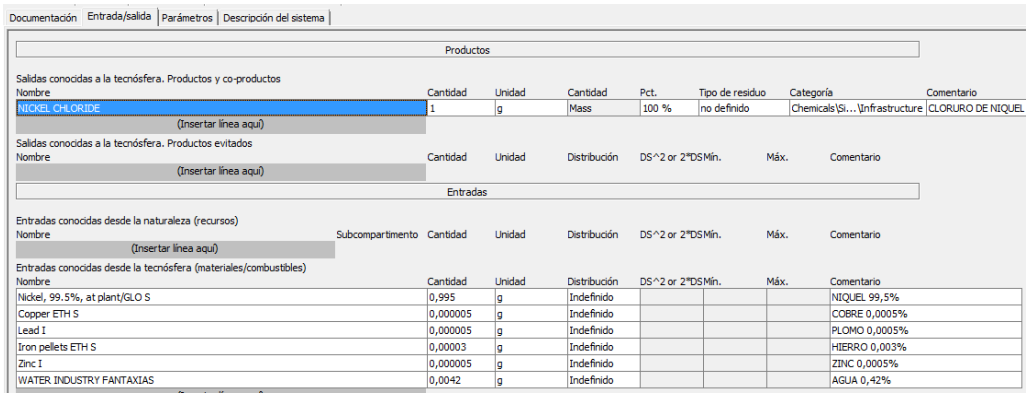
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Oxygen, in air		0,005	g	Indefinido				O2: 0,005%
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Nickel, 99.5%, at plant/GLO S	0,00999	g	Indefinido				Ni: 99,9%
Crude iron I	0,007	g	Indefinido				Fe: 0,007%
Copper I	0,000015	g	Indefinido				Cu: 0,0015%
Cadmium I	0,00001	g	Indefinido				Cd: 0,001%
Manganese ETH S	0,00002	g	Indefinido				Mn: 0,0002%
Silicon I	0,000001	g	Indefinido				Si: 0,001%
H2 from natural gas B250	0,00035	g	Indefinido				H2:0,035%
Lead I	0,000015	g	Indefinido				Pb:0,0015%
Phosphorus, white, liquid, at plant/RER S	0,00001	g	Indefinido				P. 0,001%
Zinc for plating ETH S	0,000005	g	Indefinido				Zn. 0,0005%
Manganese ETH S	0,000001	g	Indefinido				Mg.0,0001%
Nitrogen, liquid, at plant/RER S	0,00001	g	Indefinido				N2:0,001%
Carbon monoxide, CO, at plant/RER S	0,00035	g	Indefinido				Co:0,035%
Sulphur I	0,00005	g	Indefinido				S: 0,005%

Figura54. *Nickel Chloride*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
NICKEL CHLORIDE	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si... \Infrastructure	CLORURO DE NIQUEL
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

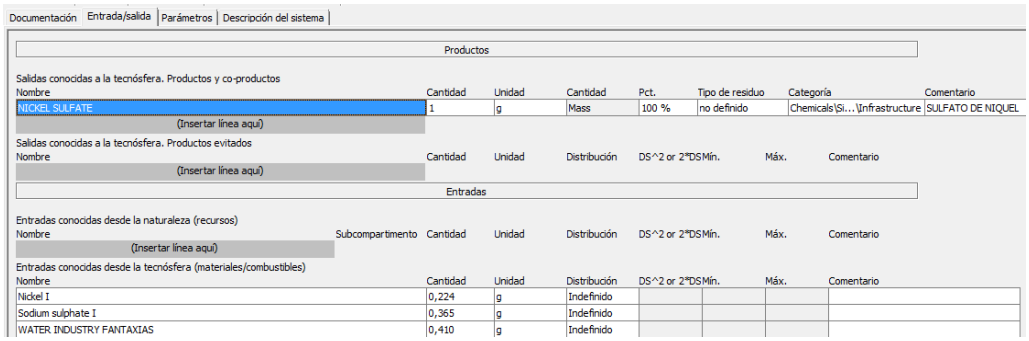
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Nickel, 99.5%, at plant/GLO S	0,995	g	Indefinido				NIQUEL 99,5%
Copper ETH S	0,000005	g	Indefinido				COBRE 0,0005%
Lead I	0,000005	g	Indefinido				PLOMO 0,0005%
Iron pellets ETH S	0,00003	g	Indefinido				HIERRO 0,003%
Zinc I	0,000005	g	Indefinido				ZINC 0,0005%
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	0,0042	g	Indefinido				AGUA 0,42%

Figura55. *Nickel Sulfate*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
NICKEL SULFATE	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si... \Infrastructure	SULFATO DE NIQUEL
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

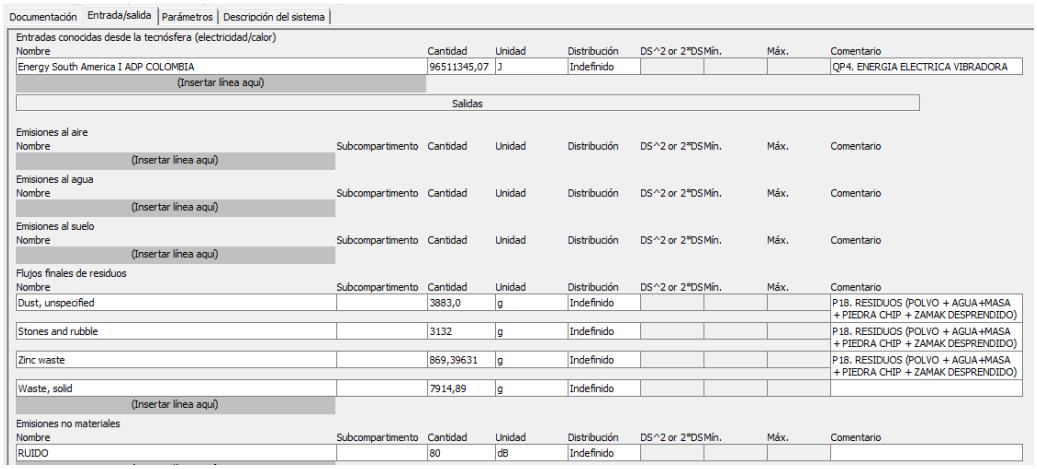
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Nickel I	0,224	g	Indefinido				
Sodium sulphate I	0,365	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	0,410	g	Indefinido				

Figura56. *Energy South America I Adp Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	96511345,07	J	Indefinido				QP4. ENERGIA ELECTRICA VIBRADORA
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

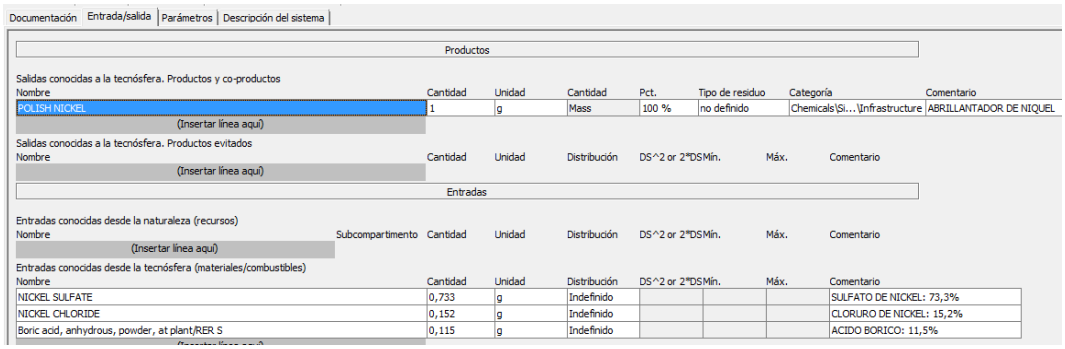
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Dust, unspecified		3883,0	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA +MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Stones and rubble		3132	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA +MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Zinc waste		869,39631	g	Indefinido				P18. RESIDUOS (POLVO + AGUA +MASA + PIEDRA CHIP + ZAMAK DESPRENDIDO)
Waste, solid		7914,89	g	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		80	dB	Indefinido				

Figura57. *Polish Nickel*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
POLISH NICKEL	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si... \Infrastructure	ABRILLANTADOR DE NIQUEL
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

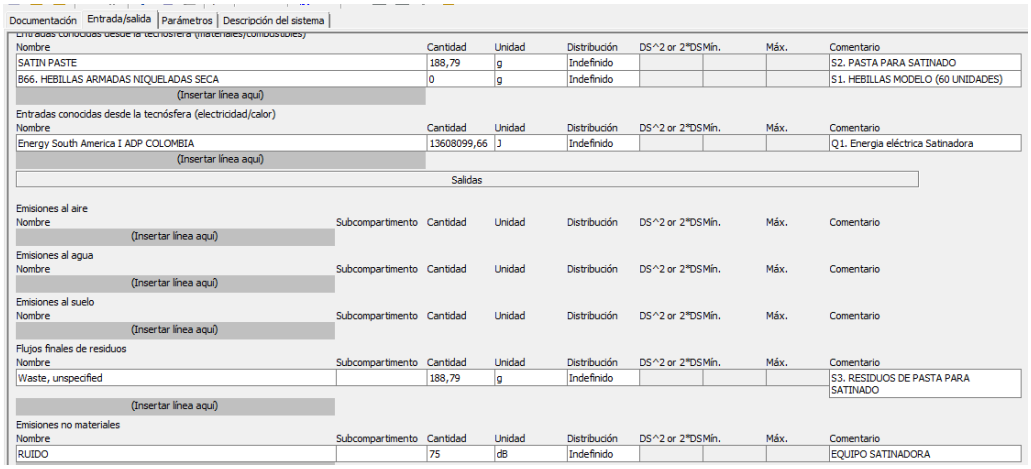
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
NICKEL SULFATE	0,733	g	Indefinido				SULFATO DE NICKEL: 73,3%
NICKEL CHLORIDE	0,152	g	Indefinido				CLORURO DE NICKEL: 15,2%
Boric acid, anhydrous, powder, at plant/RER S	0,115	g	Indefinido				ACIDO BORICO: 11,5%

Figura58. *Satin Paste*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
SATIN PASTE	188,79	g	Indefinido				S2. PASTA PARA SATINADO
B66. HEBILLAS ARMADAS NIQUELADAS SECA	0	g	Indefinido				S1. HEBILLAS MODELO (60 UNIDADES)
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Energy South America I ADP COLOMBIA	13608099,66	J	Indefinido				Q1. Energia eléctrica Satinadora
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

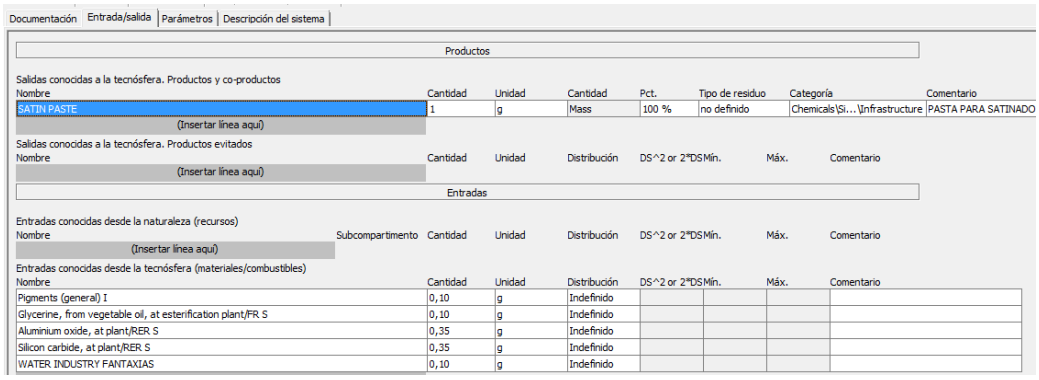
Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Waste, unspecified		188,79	g	Indefinido				S3. RESIDUOS DE PASTA PARA SATINADO
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
RUIDO		75	dB	Indefinido				EQUIPO SATINADORA

Figura59. *Satin Paste*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
SATIN PASTE	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si... \Infrastructure	PASTA PARA SATINADO
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

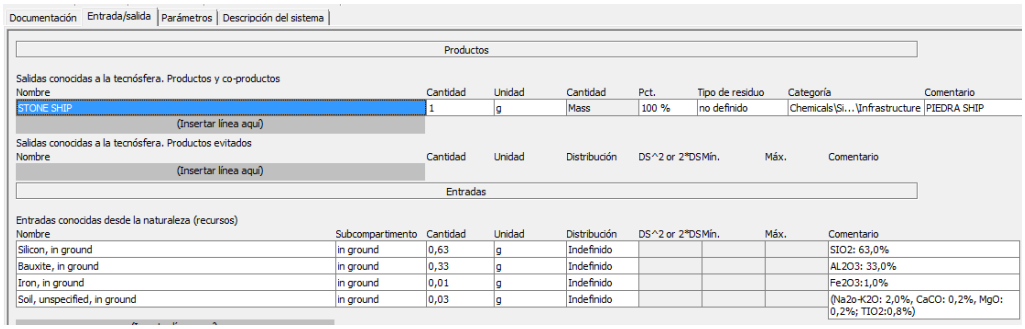
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Pigments (general) I	0,10	g	Indefinido				
Glycerine, from vegetable oil, at esterification plant/FR S	0,10	g	Indefinido				
Aluminium oxide, at plant/RER S	0,35	g	Indefinido				
Silicon carbide, at plant/RER S	0,35	g	Indefinido				
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	0,10	g	Indefinido				

Figura60. *Stone Ship*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
STONE SHIP	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	PIEDRA SHIP
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

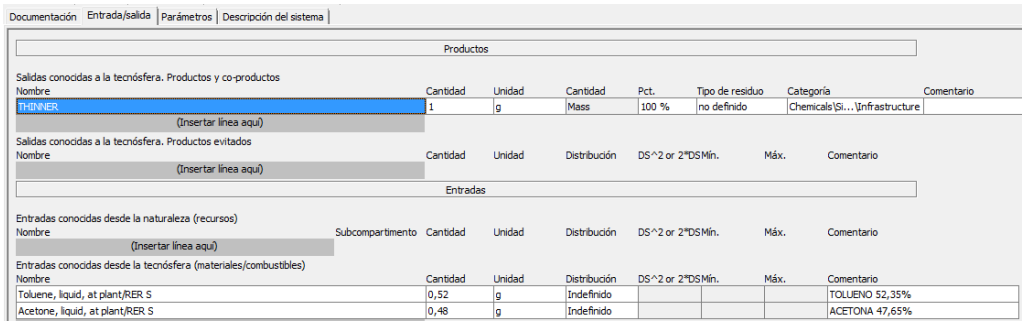
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Silicon, in ground	in ground	0,63	g	Indefinido				SIO2: 63,0%
Bauxite, in ground	in ground	0,33	g	Indefinido				AL2O3: 33,0%
Iron, in ground	in ground	0,01	g	Indefinido				Fe2O3:1,0%
Soil, unspecified, in ground	in ground	0,03	g	Indefinido				(Na2o-K2O: 2,0%, CaCO: 0,2%, MgO: 0,2%; TIO2:0,8%)

Figura61. *Thinner*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
THINNER	1	g	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

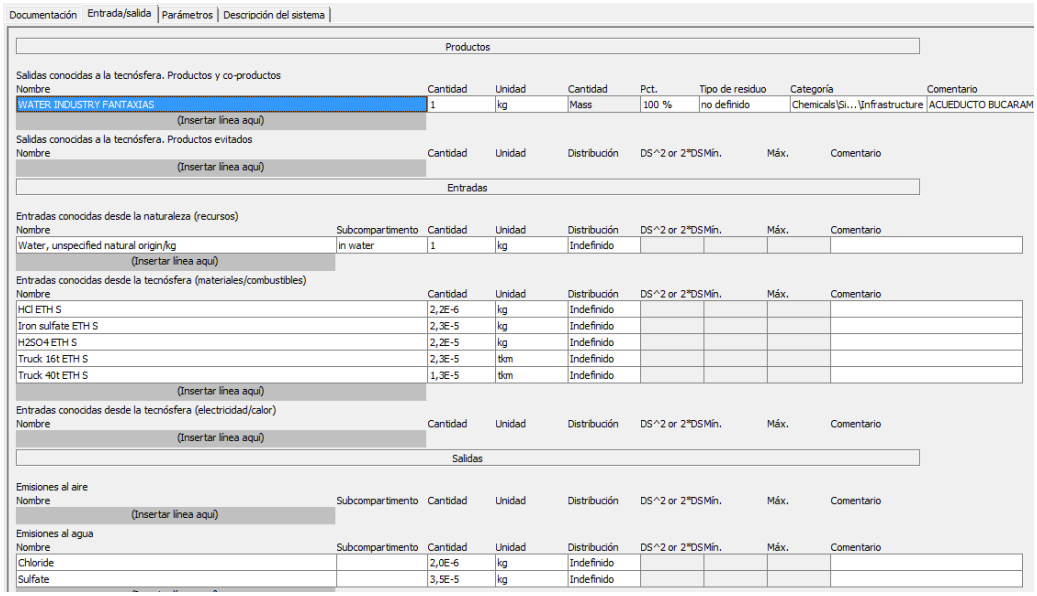
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Toluene, liquid, at plant/RER S	0,52	g	Indefinido				TOLUENO 52,35%
Acetone, liquid, at plant/RER S	0,48	g	Indefinido				ACETONA 47,65%

Figura62. *WaterIndustry Fantaxias*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
WATER INDUSTRY FANTAXIAS	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	ACUEDUCTO BUCARAM
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Water, unspecified natural origin/kg	in water	1	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
HCl ETH S	2,2E-6	kg	Indefinido				
Iron sulfate ETH S	2,3E-5	kg	Indefinido				
H2SO4 ETH S	2,2E-5	kg	Indefinido				
Truck 16t ETH S	2,3E-5	tkm	Indefinido				
Truck 40t ETH S	1,3E-5	tkm	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

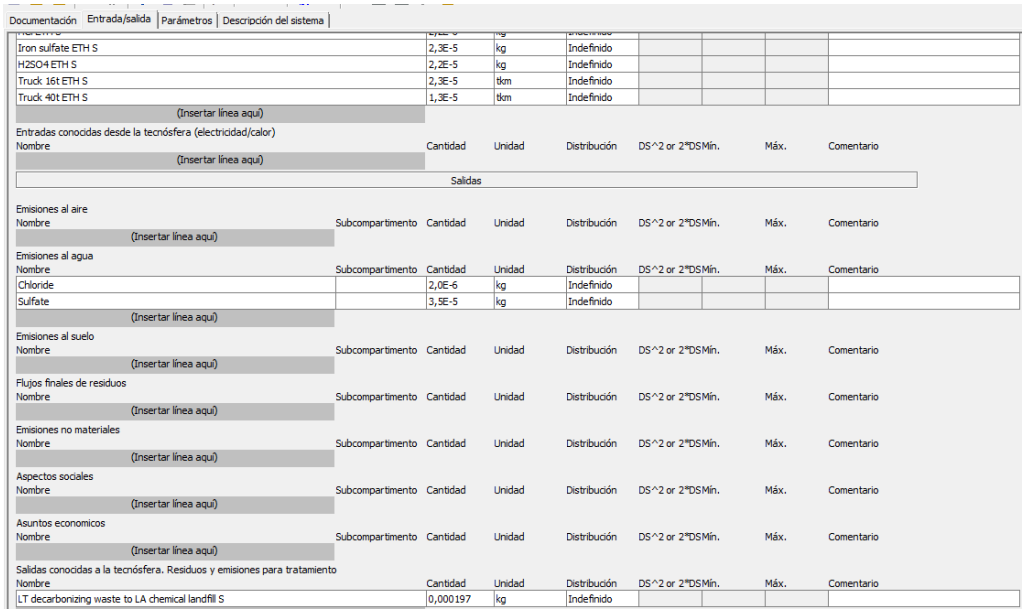
Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Chloride		2,0E-6	kg	Indefinido				
Sulfate		3,5E-5	kg	Indefinido				

Continúa página siguiente



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Iron sulfate ETH S	2,3E-5	kg	Indefinido				
H2SO4 ETH S	2,2E-5	kg	Indefinido				
Truck 16t ETH S	2,3E-5	tkm	Indefinido				
Truck 40t ETH S	1,3E-5	tkm	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Chloride		2,0E-6	kg	Indefinido				
Sulfate		3,5E-5	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Emisiones no materiales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Aspectos sociales

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

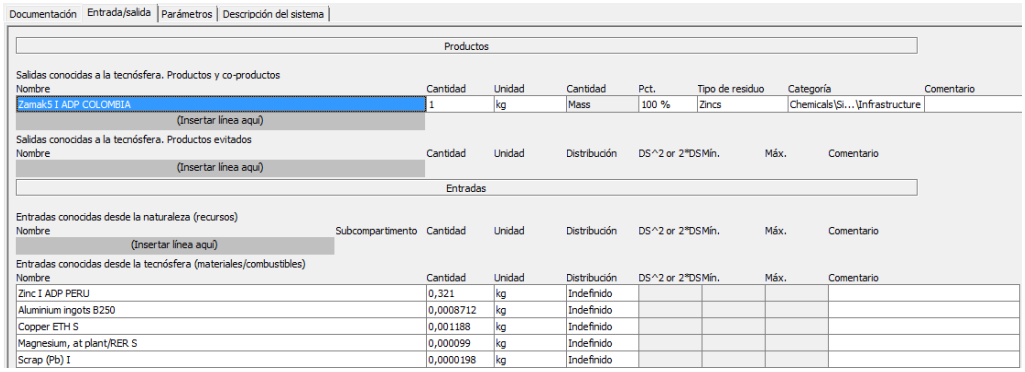
Asuntos economicos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Salidas conocidas a la tecnósfera. Residuos y emisiones para tratamiento

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
LT decarbonizing waste to LA chemical landfill S	0,000197	kg	Indefinido				

Figura 63. *ZAMAK5 I ADP Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Zamak5 I ADP COLOMBIA	1	kg	Mass	100 %	Zincs	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

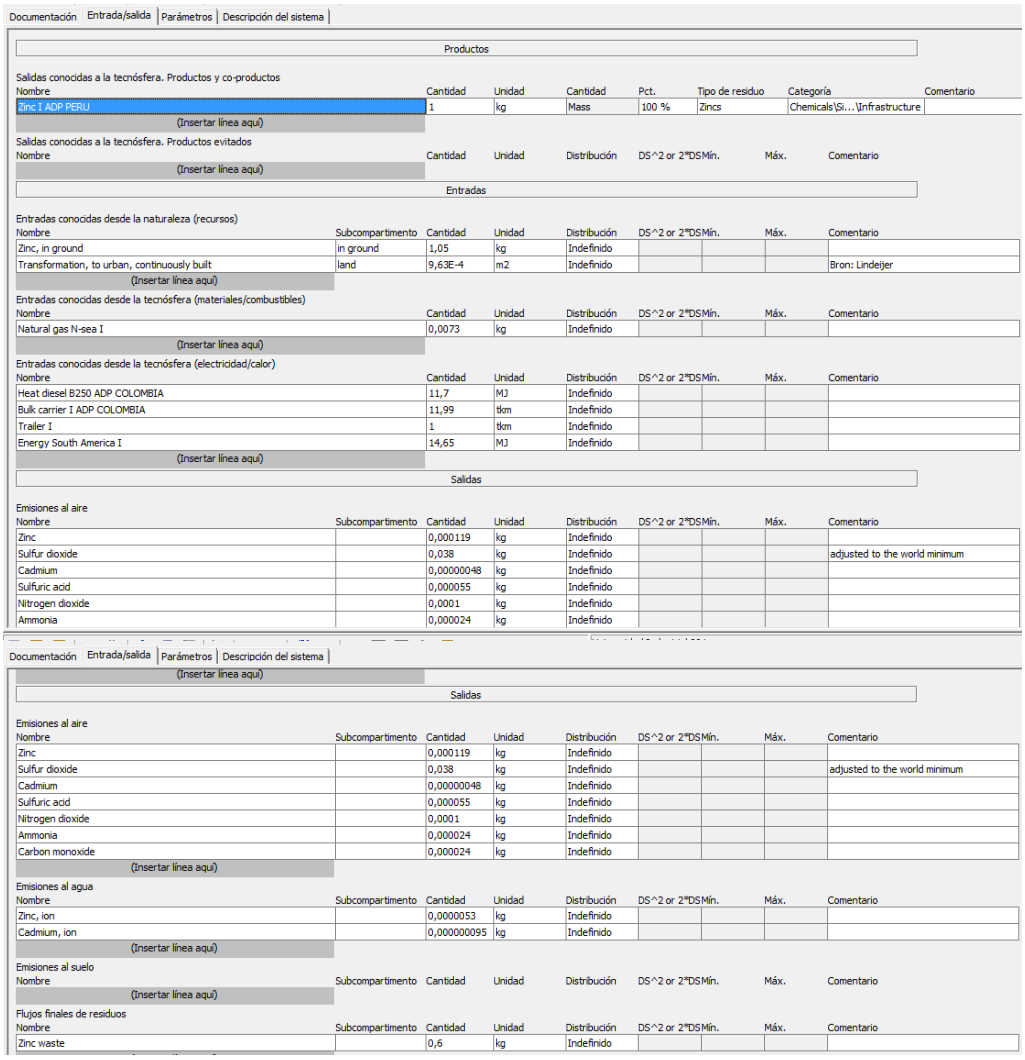
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc I ADP PERU	0,321	kg	Indefinido				
Aluminium ingots B250	0,0008712	kg	Indefinido				
Copper ETH S	0,001188	kg	Indefinido				
Magnesium, at plant/RER S	0,000099	kg	Indefinido				
Scrap (Pb) I	0,0000198	kg	Indefinido				

Figura64. *Zinc I ADP Peru*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Zinc I ADP PERU	1	kg	Mass	100 %	Zincs	Chemicals\Si...\Infrastructure	
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc, in ground	in ground	1,05	kg	Indefinido				
Transformation, to urban, continuously built	land	9,63E-4	m2	Indefinido				Bron: Lindeijer
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Natural gas N-sea I	0,0073	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat diesel B250 ADP COLOMBIA	11,7	MJ	Indefinido				
Bulk carrier I ADP COLOMBIA	11,99	tkm	Indefinido				
Trailer I	1	tkm	Indefinido				
Energy South America I	14,65	MJ	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc		0,000119	kg	Indefinido				
Sulfur dioxide		0,038	kg	Indefinido				adjusted to the world minimum
Cadmium		0,00000048	kg	Indefinido				
Sulfuric acid		0,000055	kg	Indefinido				
Nitrogen dioxide		0,0001	kg	Indefinido				
Ammonia		0,000024	kg	Indefinido				

Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

(Insertar línea aquí)

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc		0,000119	kg	Indefinido				
Sulfur dioxide		0,038	kg	Indefinido				adjusted to the world minimum
Cadmium		0,00000048	kg	Indefinido				
Sulfuric acid		0,000055	kg	Indefinido				
Nitrogen dioxide		0,0001	kg	Indefinido				
Ammonia		0,000024	kg	Indefinido				
Carbon monoxide		0,000024	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc, ion		0,0000053	kg	Indefinido				
Cadmium, ion		0,000000095	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

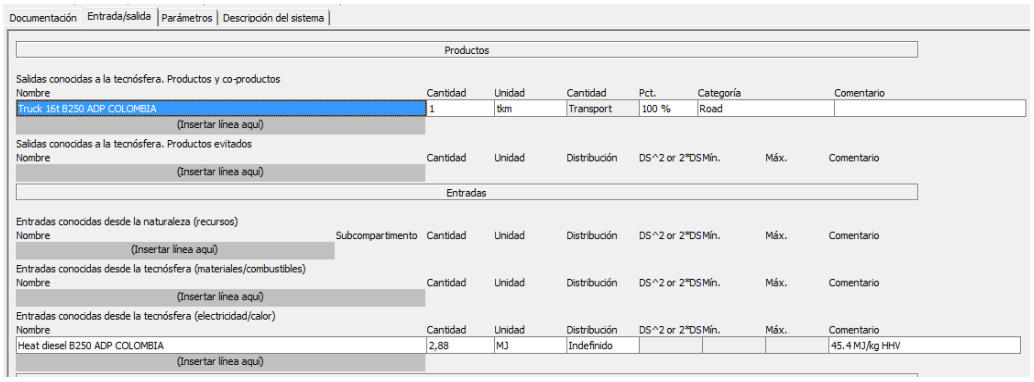
Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Flujos finales de residuos

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc waste		0,6	kg	Indefinido				

Figura65. *Truck 16t B250 ADP Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Categoría	Comentario
Truck 16t B250 ADP COLOMBIA	1	tkm	Transport	100 %	Road	
(Insertar línea aquí)						

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

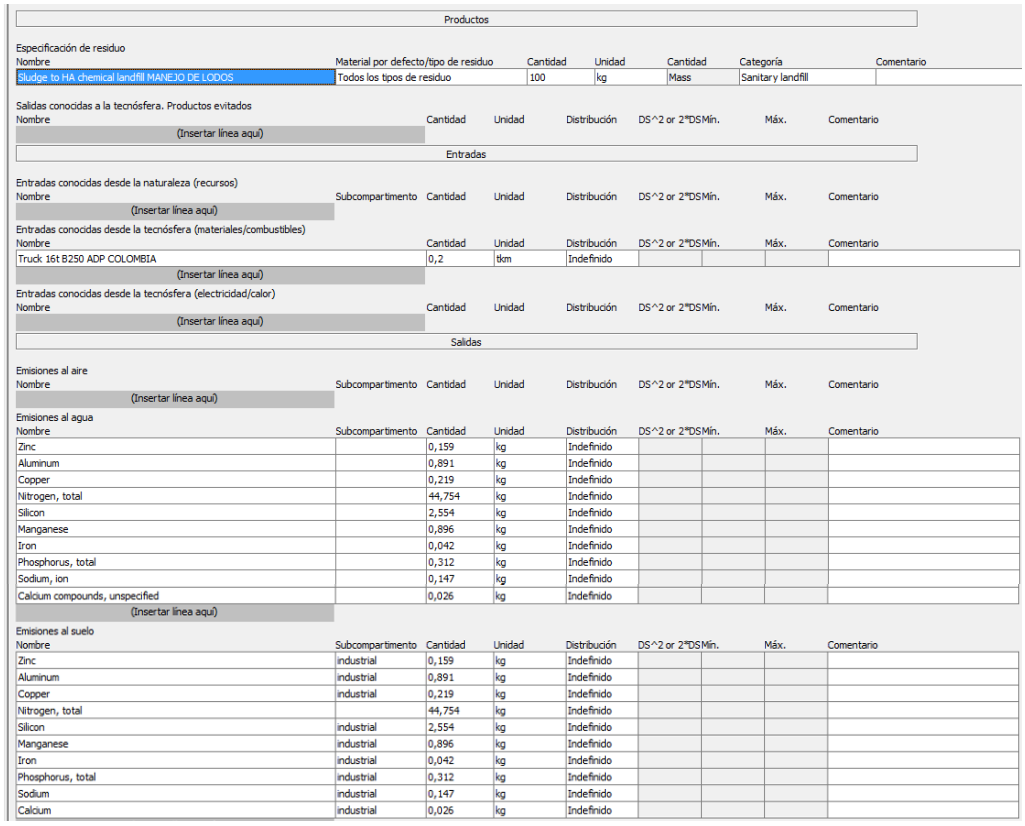
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat diesel B250 ADP COLOMBIA	2,88	MJ	Indefinido				45.4 MJ/kg HHV
(Insertar línea aquí)							

Figura66. *SludgeTo Ha ChemicalLandfill Manejo de Lodos*



Productos

Especificación de residuo

Nombre	Material por defecto/tipo de residuo	Cantidad	Unidad	Cantidad	Categoría	Comentario
Sludge to HA chemical landfill MANEJO DE LODOS	Todos los tipos de residuo	100	kg	Mass	Sanitary landfill	

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Truck 16t B250 ADP COLOMBIA	0,2	tkm	Indefinido				
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

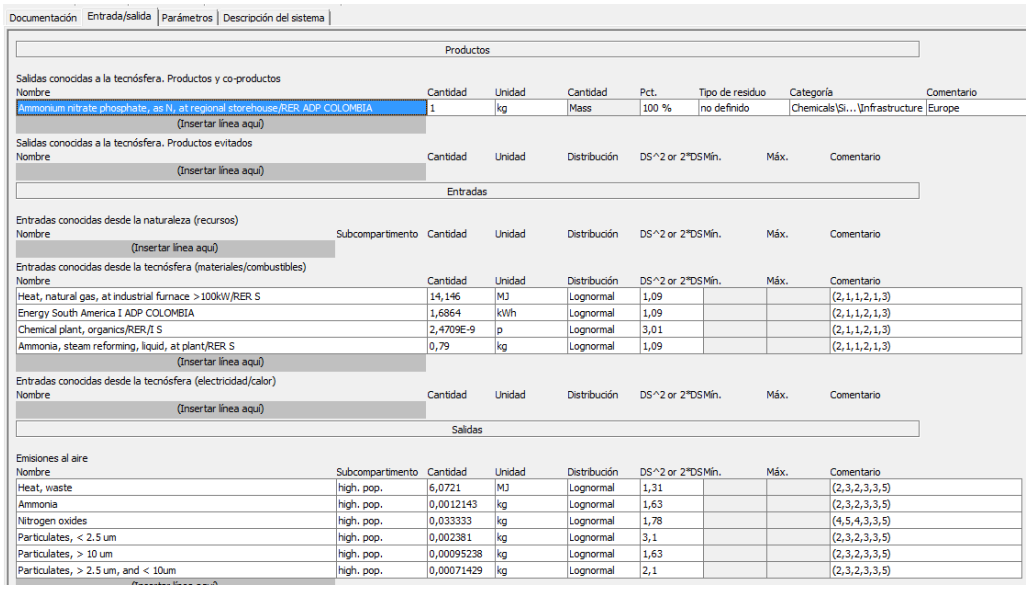
Emisiones al agua

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc		0,159	kg	Indefinido				
Aluminum		0,891	kg	Indefinido				
Copper		0,219	kg	Indefinido				
Nitrogen, total		44,754	kg	Indefinido				
Silicon		2,554	kg	Indefinido				
Manganese		0,896	kg	Indefinido				
Iron		0,042	kg	Indefinido				
Phosphorus, total		0,312	kg	Indefinido				
Sodium, ion		0,147	kg	Indefinido				
Calcium compounds, unspecified		0,026	kg	Indefinido				
(Insertar línea aquí)								

Emisiones al suelo

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Zinc	industrial	0,159	kg	Indefinido				
Aluminum	industrial	0,891	kg	Indefinido				
Copper	industrial	0,219	kg	Indefinido				
Nitrogen, total		44,754	kg	Indefinido				
Silicon	industrial	2,554	kg	Indefinido				
Manganese	industrial	0,896	kg	Indefinido				
Iron	industrial	0,042	kg	Indefinido				
Phosphorus, total	industrial	0,312	kg	Indefinido				
Sodium	industrial	0,147	kg	Indefinido				
Calcium	industrial	0,026	kg	Indefinido				

Figura67. *Ameonium nitrate phosphate, as n, at regional storehouse/adp Colombia*



Documentación | Entrada/salida | Parámetros | Descripción del sistema

Productos

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos

Nombre	Cantidad	Unidad	Cantidad	Pct.	Tipo de residuo	Categoría	Comentario
Ammonium nitrate phosphate, as N, at regional storehouse/RER ADP COLOMBIA	1	kg	Mass	100 %	no definido	Chemicals\Si...\Infrastructure	Europe
(Insertar línea aquí)							

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Entradas

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)								

Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER S	14,146	MJ	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
Energy South America I ADP COLOMBIA	1,6864	kWh	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
Chemical plant, organics/RER/I S	2,4709E-9	p	Lognormal	3,01			(2,1,1,2,1,3)
Ammonia, steam reforming, liquid, at plant/RER S	0,79	kg	Lognormal	1,09			(2,1,1,2,1,3)
(Insertar línea aquí)							

Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)

Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
(Insertar línea aquí)							

Salidas

Emisiones al aire

Nombre	Subcompartimento	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2*DS	Mín.	Máx.	Comentario
Heat, waste	high. pop.	6,0721	MJ	Lognormal	1,31			(2,3,2,3,3,5)
Ammonia	high. pop.	0,0012143	kg	Lognormal	1,63			(2,3,2,3,3,5)
Nitrogen oxides	high. pop.	0,033333	kg	Lognormal	1,78			(4,5,4,3,3,5)
Particulates, < 2.5 um	high. pop.	0,002381	kg	Lognormal	3,1			(2,3,2,3,3,5)
Particulates, > 10 um	high. pop.	0,00095238	kg	Lognormal	1,63			(2,3,2,3,3,5)
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	high. pop.	0,00071429	kg	Lognormal	2,1			(2,3,2,3,3,5)

ANEXO F. (Gráficas obtenidas del software SIMAPRO)

Figura 1.*Hebilla terminada con adquisición de materias primas, corte de 0.004%*

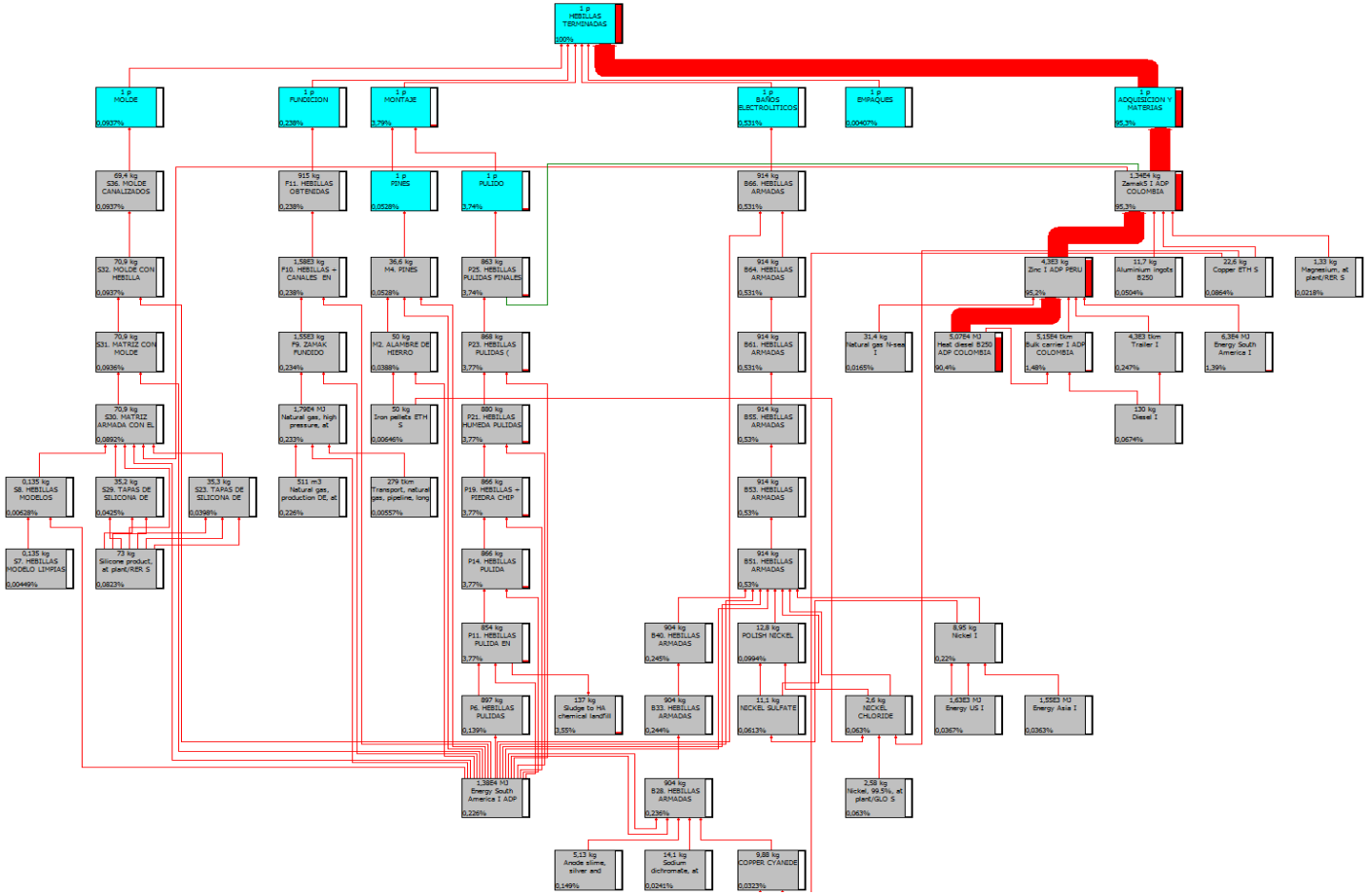


Figura 2.*Hebilla terminada sin adquisición de materias primas, corte de 0.005%*

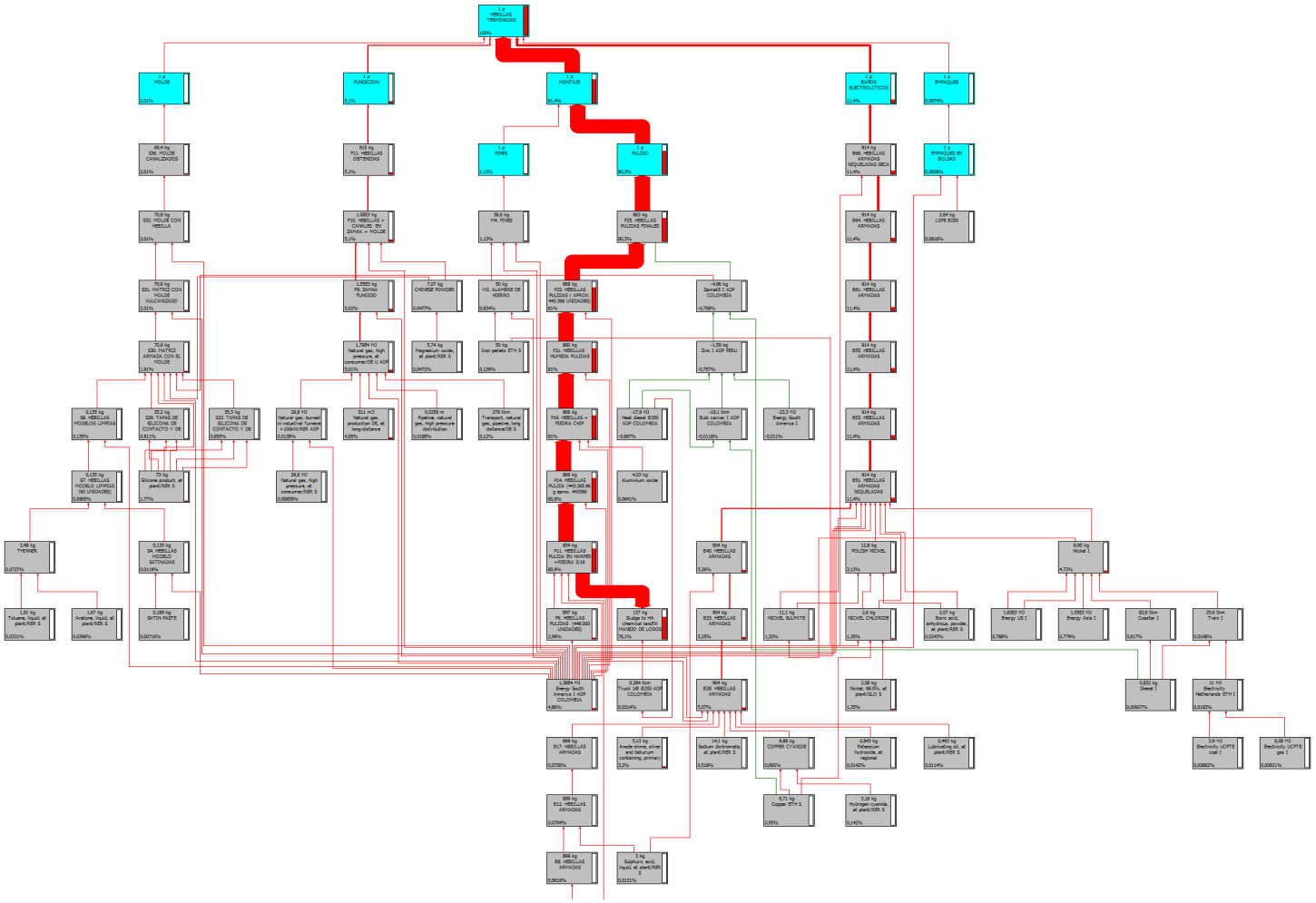
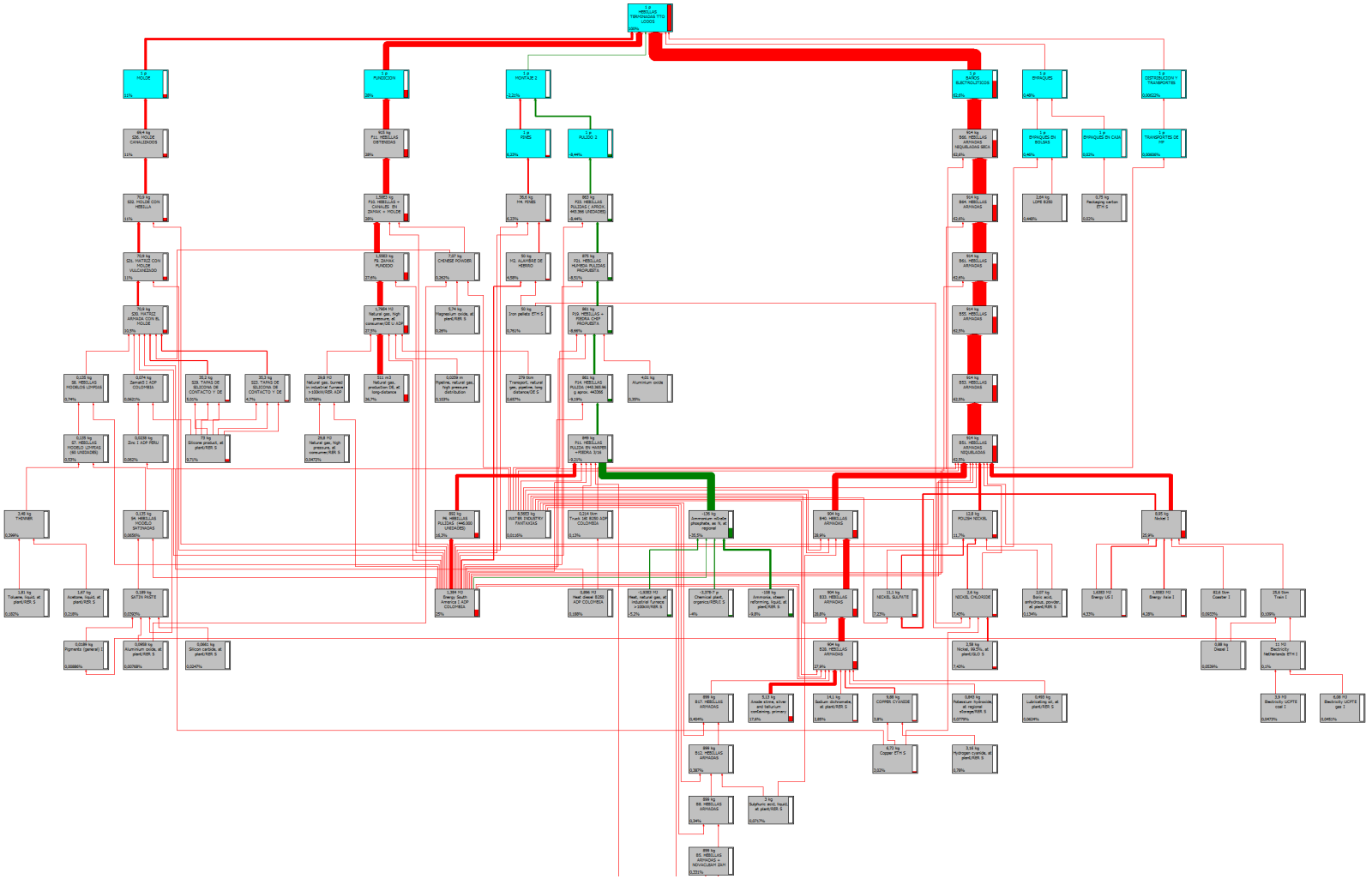



Figura 3.*Hebilla terminada sin adquisición de materias primas con tratamiento de lodos, corte de 0.006%*