

**BALANCE AMBIENTAL DE UN PRODUCTO REPRESENTATIVO DE LA LÍNEA
DE ALUMINIO LLAMADO PATA JULIA (REF. PM-0167) EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FANTAXIAS S.A.S.**

**ANDRÉS ARMANDO ARÉVALO AMAYA
RAFAEL HUMBERTO JURADO LAGOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2012

**BALANCE AMBIENTAL DE UN PRODUCTO REPRESENTATIVO DE LA LÍNEA
DE ALUMINIO LLAMADO PATA JULIA (REF. PM-0167) EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FANTAXIAS S.A.S.**

**ANDRÉS ARMANDO ARÉVALO AMAYA
RAFAEL HUMBERTO JURADO LAGOS**

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Químico

**Director
DEBORA ALCIDA NABARLATZ.
INGENIERA QUÍMICA, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2012

“Sólo una cosa vuelve un sueño imposible, el miedo a fracasar”

Paulo Coelho

A Dios por las innumerables bendiciones y darme la fortaleza para no decaer en cada obstáculo que se presentó a lo largo de mi carrera profesional y hacer realidad esta meta. Sobre todo por darme el mejor regalo desde antes de nacer, mis padres en mejores manos no me podías dejar.

A mi padre Armando por su apoyo incondicional, por ese carácter que me dio fuerzas para enfrentar cada uno de los retos, por enseñarme a valorar cada una de las cosas por mínimas que fueran.

A mi madre Lucy por sus sabios consejos, comprensión, apoyo y entrega total en cada etapa de mi vida. Por ser una madre ejemplar y hacerme poner en duda aquello que dicen que no hay mujer perfecta.

A mis hermanas Any y Loren dos grandes motores que tuve para seguir adelante, por cada sonrisa que me hacen tener, por no dejar que se me olvidara lo que es ser un niño y porque en ustedes descubrí el valor que tiene una mujer.

A mi hermana Angélica, Dios no quiso que estuvieras en cuerpo para que todos los días me acompañaras, me protegieras de todo mal y vivenciaras este largo proceso, aunque me hubiera gustado compartir más contigo.

A mi tío Luis porque más que un tío es como un padre, por acogerme, cuidarme, por sus consejos y estar pendiente de mí.

Con mucho amor para todos ustedes

Andrés Armando Arévalo Amaya

A Dios por hacer de mí una persona honesta, sincera, responsable y por permitir la realización de este objetivo.

A mis padres, hermana y todas las personas que contribuyeron a hacer realidad mis sueños, fortalecieron mis esperanzas y me impulsaron a ser cada día mejor. Sin su respaldo este sueño no hubiera podido materializarse.

A todas las personas que contribuyeron a la realización de este trabajo.

Con mucho cariño para todos ustedes.

Rafael Humberto Jurado Lagos

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora **DEBORA ALCIDA NABARLATZ** directora del proyecto de grado, por su asesoría, constante apoyo y gran dedicación durante el desarrollo del mismo.

A la **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**, por las instalaciones y talento humano brindado para la formación profesional y personal.

Al **ING. IVÁN SOTOMONTE** por su colaboración y apoyo incondicional durante su estancia en la empresa.

A **FANTAXIAS S.AS.** por darnos la oportunidad de desarrollar este proyecto y por brindarnos su apoyo humano y técnico.

A **NATHALIA BEDOYA CARVAJAL**, por su ayuda incondicional en la elaboración de las pruebas experimentales.

A los señores **EDUARDO CARREÑO** y **WILSON CARREÑO**, técnicos del laboratorio de procesos de la Escuela de Ingeniería Química por su asesoría disposición.

RESUMEN

TÍTULO: BALANCE AMBIENTAL DE UN PRODUCTO REPRESENTATIVO DE LA LÍNEA DE ALUMINIO LLAMADO PATA JULIA (REF. PM-0167) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FANTAXIAS S.A.S.*

AUTOR: Andrés Armando Arévalo Amaya y Rafael Humberto Jurado Lagos.**

PALABRAS CLAVES: Ecobalances, Unidad funcional, Impacto Ambiental, Producción Más Limpia (PML).

CONTENIDO:

Se realizó el balance ambiental de un producto llamado pata julia en el proceso de producción en la empresa Fantaxias S.A.S. Primeramente se realizaron los diferentes diagramas de entrada y salida para cada uno de los procesos unitarios encontrados en cada etapa del proceso. Para realizar los balances de masa y energía, en algunos casos se hicieron mediciones dentro de la empresa y en otros se tomaban registros de producción. Se determinó una unidad funcional de 100 unidades de pata julia producidas, por lo que se hicieron las respectivas conversiones a los datos recolectados para normalizar los flujos a esta unidad. También se identificaron y cuantificaron los aspectos ambientales como el consumo de insumos, agua, energía, generación de residuos sólidos, emisiones al aire y vertimiento de aguas residuales, encontrados en cada etapa del proceso. Se encontró que el único proceso que genera vertimientos de aguas residuales es el recubrimiento electrofítico que se le realiza a cada una de las piezas que conforman la pata julia. Se tomaron muestras de los efluentes que se arrojan directamente al alcantarillado y se le realizaron pruebas de laboratorio para determinar las concentraciones presentes de cianuros, cobre, níquel, aluminio, hierro, cinc, grasas y aceites. Estas concentraciones se compararon con la Resolución N^o 1074 del 28 de octubre del 1997 y se encontró que en la mayoría de casos no se da cumplimiento con los límites máximos permisibles para cada una de ellas. Finalmente se hicieron algunas recomendaciones enfocadas a una PML dentro de la empresa.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química, Universidad Industrial de Santander, Director PhD. Debora Alcida Nabarlatz

ABSTRACT

TITLE: ENVIRONMENTAL BALANCE ON AN ALUMINUM-MADE LINE REPRESENTATIVE PRODUCT CALLED *PATA JULIA* (REF. PM-0167) IN ITS MANUFACTURING PROCESS FOR FANTAXIAS COMPANY S.A.S.*

AUTHOR: Andrés Armando Arévalo Amaya and Rafael Humberto Jurado Lagos.

**

KEY WORDS: Eco-balances, Functional Unit, Environmental Impact, Cleaner Production.

CONTENIDO:

In Fantaxias Company S.A.S. an environmental balance was made for a product called *Pata Julia* during its manufacturing process. First, all the different input and output diagrams were made for each one of the stages found in the unitary processes involved. Doing the mass and energy balances required to take, in some cases, measurements inside the company and measurements from the production records. A 100-unit functional unit of produced *Pata Julia* was determined, doing the respective conversions with the data collected for standardizing fluxes to that functional unit. Environmental aspects were also identified and quantified such as inputs consumption, water, energy, solid residues generation, emissions to the air and sewage dumping, found in each stage of the process. The only process that produced sewage dumpings was found to be the electrolytic coating, being attached to each one of the pieces the *Pata Julia* is made. Many samples were taken from the effluents that are poured directly to the sewer system, making some laboratory tests to determine the current concentrations of cyanide, copper, nickel, aluminum, iron, zinc, fats and oils. These concentrations were compared with the ones in the Resolution 1074 from October 28th of 1997, and it was found that in most of the cases for each case, the maximum allowable limits were not accomplished. Finally, some recommendations were made to approach the company to the Cleaner Production Policies.

*Thesis Work

**Physiochemical Faculty, School of Chemical Engineering, Universidad Industrial de Santander, Thesis Supervisor: PhD. Debora Alcida Nabarlatz

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	18
2. METODOLOGÍA	23
2.1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PATA JULIA	23
2.2 DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE REFERENCIA.....	24
2.3 DETERMINACIÓN DEL USO DE INSUMOS Y GENERACIÓN DE EFLUENTES.....	24
2.4. PRUEBAS DE LABORATORIO	25
2.4.1. Densidad.....	25
2.4.2. Determinación de metales pesados.....	25
2.4.3. Determinación de cianuros	25
2.4.4. Determinación de grasas y aceites	26
2.4.5. pH	26
2.5. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	26
2.6. NIVELES DE RUIDO	27
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO.....	28
3.2 CONSUMO DE INSUMOS.....	30
3.3. CONSUMO DE AGUA	31
3.4. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	32
3.5. VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.....	32
3.5.1 Línea de procesamiento de piezas de hierro (casquillo, arandela, tornillo) .	33
3.5.1.1 Concentraciones de cobre y níquel.....	33
3.5.1.2. Concentraciones de hierro	34
3.5.1.3 Concentraciones de cianuro	34

3.5.1.4 Concentraciones de grasas y aceites	35
3.5.1.5. pH	35
3.5.2. Línea de procesamiento de aluminio	35
3.5.2.1. Concentraciones de zinc.....	36
3.5.2.2 Concentraciones de Cu y Ni	36
3.5.2.3 Concentraciones de Aluminio	37
3.5.2.4 Concentraciones de grasas y aceites	37
3.5.2.5 Concentraciones de cianuros.....	38
3.5.2.6 pH	38
3.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	39
3.7 CONSUMO DE ENERGÍA	40
3.8 RUIDO EMITIDO EN CADA ETAPA DEL PROCESO	41
3.9 RECOMENDACIONES PARA UNA PML	42
4. CONCLUSIONES	44
5.RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS.....	49

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Forma en que se cuantificaron los flujos de entrada y salida para cada etapa del proceso.	24
Tabla 2. Consumo de Insumos.....	30
Tabla 3. Decibeles para cada etapa del proceso de producción.....	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Pata Juia (PM-0167)	19
Figura 2. Metodología desarrollada en el proceso de toma de datos en Fantaxias.	23
Figura 3. Proceso general de producción de la pata julia	29
Figura 4. Consumo de agua en el proceso de producción en cada una de las piezas que conforman la Pata Julia.	31
Figura 5. Residuos sólidos generados en cada etapa del proceso de producción de la Pata Julia	32
Figura 6. Concentraciones de Cu y Ni presentes en los efluentes de la línea de procesamiento de piezas de Fe	33
Figura 7. Concentraciones de Fe presentes en los efluentes de la línea de Fe...	34
Figura 8. Concentraciones de CN presentes en los efluentes de la línea de Fe..	34
Figura 9. Concentraciones de grasas y aceites en los efluentes de línea de Fe .	35
Figura 10. pH de los efluentes de la línea de hierro	35
Figura 11. Concentraciones de Zn en los efluentes de la línea de aluminio	36
Figura 12. Concentraciones de Cu (izquierda) y Ni (derecha) en los efluentes de la línea de aluminio	36
Figura 13. Concentraciones de Al	37
Figura 14. Concentraciones de grasas y aceites en la línea de aluminio.....	38

Figura 15. Concentraciones de cianuros presentes en los efluentes de galvánica en gancheras	38
Figura 16. pH de los efluentes de la línea de aluminio.....	39
Figura 17. Emisiones atmosféricas en la elaboración de la pata julia	39
Figura 18. Gasto energético por cada etapa del proceso	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UN ECOBALANCE	49
ANEXO B. ASPECTOS AMBIENTALES ENCONTRADOS EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA.....	50
ANEXO C. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PATA JULIA	52
ANEXO D. DATOS RECOLECTADOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS BALANCES DE MASA.....	61
ANEXO E. PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES Y CURVAS DE CALIBRACIÓN OBTENIDAS	65
ANEXO F. ANÁLISIS DE CIANUROS – LABORATORIO DE CONSULTAS INDUSTRIALES (UIS)	73
ANEXO G. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA GRASAS Y ACITES	80
ANEXO H. NOMECLATURA USADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS FLUJOS	83
ANEXO I. DIAGRAMAS DE CADA ETAPA DEL PROCESO CON SUS RESPECTIVOS BALANCES DE MASA Y ENERGÍA.....	84
ANEXO J. DENSIDADES DE LAS SUSTANCIAS QUE SE ENCONTRABAN EN ESTADO LÍQUIDO Y DE LOS EFLUENTES DE LA SECCIÓN DE GALVÁNICA	111
ANEXO K. NORMATIVIDADES AMBIENTALES POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA.....	113

1. INTRODUCCIÓN

Son evidentes las alteraciones hechas al medio ambiente por las malas acciones del hombre en su afán por saciar sus necesidades y tener mayor comodidad. Acciones como el uso irracional de materiales, consumo desmedido de energía, vertimiento de residuos tóxico-peligrosos, tanto en la captación de las materias primas como en la transformación de estas, están generando fenómenos como la destrucción de la capa de ozono, emisión de gases con efecto invernadero, agotamiento de materias primas básicas, lluvia ácida, entre otros.

Este desequilibrio ecológico, ha ocasionado que un gran número de empresas opten por políticas medioambientales encaminadas a la disminución de los impactos ambientales resultado de sus procesos industriales. Algunas instituciones han introducido medidas que logran un crecimiento económico de las industrias protegiendo a su vez el medio ambiente. Una de estas medidas es La Producción Más Limpia (PML), estrategia promovida por el Ministerio de Ambiente, la cual busca reducir la generación de las corrientes residuales y la optimización de los procesos, entre otras cosas. Esta a su vez se fundamenta en algunas herramientas que nos permiten establecer cuál es el impacto ambiental de algún producto o proceso. Dentro de estas herramientas podemos encontrar: Análisis de Ciclo de Vida, los Ecobalances o balance ambiental y los Indicadores Ambientales [1].

FANTAXIAS SAS, es una empresa Santandereana, perteneciente al sector metal-mecánico, que lleva aproximadamente 22 años produciendo y comercializando artículos metálicos para la industria del cuero y la confección, herrajes para el mueble y la madera y regalos empresariales [2]. Dentro de su proceso de producción, Fantaxias utiliza 4 líneas de materias primas principales, entre los que se encuentran: latón (aleación de cobre y zinc), hierro, zamac (aleación de zinc, aluminio, magnesio y cobre) y aluminio. Consciente de la problemática ambiental

que se está presentando, Fantaxias quiere conocer el impacto ambiental generado por sus productos en la etapa de producción y así implementar un Sistema de Gestión Ambiental enfocado a una PML, que le permita obtener una ventaja competitiva, al tener una calidad ambiental aceptable en sus procesos. Así también, lograr una certificación bajo la norma ISO 14001, ya que algunos clientes potenciales demandan empresas con esta certificación como posibles proveedores.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), dentro de su metodología propuesta para la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), establece que antes de hacer un análisis de impacto ambiental, se debe implementar un inventario de ciclo de vida, donde se cuantifiquen los flujos de entrada y salida de cada una de las etapas del sistema bajo estudio [3]. Fantaxias no cuenta con un Inventario de Ciclo de Vida para los productos generados en cada una de las líneas de producción de sus artículos. Por tal motivo, cuando se quiere analizar el impacto generado al ambiente a causa de su fabricación, se recurre a la poca información que se pueda compilar de empresas que hayan realizado estos estudios; información que para este sector específico es bastante escasa. Esto implica que no se pueda abordar con mayor profundidad en un estudio formal de impacto ambiental.

Para realizar el estudio, se ha asignado a este proyecto el producto más representativo de la línea de aluminio, siendo éste un soporte utilizado para muebles comúnmente llamado PATA JULIA de referencia PM-0167 (ver figura 1). Está constituida por el cuerpo de la pata (hecho en aluminio) y un nivelador; el cual a su vez está formado por un yunque de plástico fabricado en polipropileno, y un casquillo, una arandela y un tornillo que los une (todos elaborados en hierro).

Figura 1. Pata Julia (PM-0167)



OBJETIVO GENERAL

Hacer un balance ambiental donde se establezcan los balances de masa y energía de cada uno de los procesos unitarios que se llevan a cabo en la elaboración de la pata julia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagrama general del proceso de producción de la pata julia y los diagramas de entrada y salida para cada uno de los procesos unitarios encontrados en cada etapa.
- Identificar y cuantificar los aspectos ambientales involucrados en el proceso de producción de la pata julia, y verificar que se dé cumplimiento a la reglamentación ambiental vigente.
- Generar algunas recomendaciones de mejora en el proceso enfocadas a una PML dentro de la empresa Fantaxias.

ANTECEDENTES

Dentro de los estudios de impacto medioambiental realizados al sector metal-mecánico, se encuentra el estudio de Garrain y colaboradores que hicieron una comparación de los procesos destinados al recubrimiento metálico con pintura conductora, deposición química o electroless y deposición metálica a alto vacío, aplicados a materiales termoplásticos utilizando la metodología del ACV. La evaluación fue realizada en el software *SimaPro*® v7.0 [4]. El Instituto Tecnológico Metalmecánico (AIMME) comparó el impacto generado por tres tipos de tiradores de mueble de baño hechos en aluminio desde su producción hasta su disposición final. Estos tres tiradores se diferencian en su fabricación pues mientras uno se obtiene por fundición, los otros dos se obtienen por extrusión, además de que los materiales utilizados en los elementos auxiliares son también

diferentes (aluminio y plástico). De este estudio se encontró que el 99% de los impactos están asociados a la etapa de producción para cada uno de los casos [5]. Motorola Electronics Ltd. (China) realizó un ACV a los cuatro métodos de recubrimientos más utilizados: pintado, decorado en el molde (IMD), deposición de vapor (VDM) y chapado electrolítico (*electroplating*), hallando que el chapado electrolítico, en comparación con el pintado y el IMD, tiene un mayor impacto en las categorías de Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Potencial de Acidificación (AP) [6]. En todos los estudios se realizaron los diagramas de proceso y se definió la unidad funcional del sistema bajo estudio. Para la recolección de los datos del inventario del ciclo de vida se tomaron datos suministrados por las empresas, cálculos sugeridos por la literatura, bases de datos y especificaciones técnicas de los equipos.

En Fantaxias se han realizado diversos trabajos de grado con fines de cuantificar las concentraciones de los vertimientos en el proceso de galvanoplastia. *Guerrero y Romero (2005)*, en su proyecto de grado diseñaron una herramienta llamada Índice de Carga Contaminante, para valorar cualitativa y cuantitativamente los valores arrojados por las caracterizaciones fisicoquímicas realizadas a los efluentes [7]. *Ballesteros y Martínez (2007)* realizaron un diseño básico de proceso para el tratamiento de efluentes de Fantaxias, en donde se involucran etapas de oxidación de cianuros, remoción de metales por precipitación e intercambio iónico y eliminación de sales [8]. Sin embargo, no hay un estudio donde se contemplen las entradas y salidas para cada una de las etapas del proceso de producción de sus productos, por lo que se hace necesario este estudio para hacer el balance ambiental del proceso de producción completo.

ECOBALANCE

La función principal del eco balance es organizar datos para encontrar estrategias de prevención de contaminación e identificar las partes del proceso que

necesitan especial atención para mejorar el desempeño ambiental. En este se asignan y cuantifican los flujos de entrada y salida del sistema en estudio para determinar el gasto de materias primas, insumos y de energía, así como las emisiones al aire, agua y suelo del proceso productivo [9]. Los elementos que se deben tener en cuenta para realizar un balance ambiental se muestran en la tabla A1 del anexo A.

El balance ambiental de un producto incluye tres pasos importantes: escoger el producto que va a ser evaluado, definir la unidad funcional del producto seleccionado, y por último definir el flujo de referencia.

ASPECTOS AMBIENTALES

Un aspecto ambiental es aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) al ambiente o cuando se toman cosas de éste para realizar dichas actividades [10]. En el anexo B, se listan algunos aspectos ambientales de la industria metalmecánica y los impactos que estos generan. Uno de los métodos para la evaluación de estos aspectos es el desarrollado por el *Institute for Ecological Economy of Berlin*, el cual analiza el inventario con criterios especificados clasificados en A: problema ecológico grande y real y requiere acción urgente, B: problema ecológico que requiere acción a mediano plazo y C: no hay problema ecológico o no requiere acción [11].

2. METODOLOGÍA

La metodología para la recopilación de los datos involucra búsqueda de datos necesarios para hacer este estudio, ya sean tomados de los registros de producción o mediciones dentro de la empresa, a través de visitas periódicas realizadas a la empresa. Se tomaron muestras de los efluentes líquidos del proceso, así como se hicieron mediciones del gasto energético y ruido emitido en cada etapa del proceso. En el siguiente diagrama se resume la metodología seguida.

Figura 2. Metodología desarrollada en el proceso de toma de datos en Fantaxias.



2.1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PATA JULIA

Por medio de las primeras visitas a la empresa, se conocieron las diferentes etapas de producción de la pata julia y se hizo un diagrama general. Para conocer más en detalle el proceso, se realizaron los diferentes diagramas de entrada y salida (E/S) para cada una de los procesos unitarios encontrados en cada una de las etapas del proceso.

2.2 DETERMINACIÓN DE LA UNIDAD DE REFERENCIA

La unidad funcional, es la medida de las características de la función del producto en estudio y da una referencia en base a que se deben dar las entradas y salidas [12]. Se estableció como unidad funcional 100 unidades de pata julia procesadas.

2.3 DETERMINACIÓN DEL USO DE INSUMOS Y GENERACIÓN DE EFLUENTES

En la siguiente tabla se detalla la forma en la que se cuantificaron los flujos de entrada y salida para cada una de las etapas del proceso. Para un conocimiento más detallado del proceso de producción de la pata julia y observar los datos recolectados por favor remitirse al anexo C y D respectivamente. Se realizaron las conversiones pertinentes para normalizar los datos a la unidad funcional.

Tabla 1. Forma en que se cuantificaron los flujos de entrada y salida para cada etapa del proceso.

ETAPA DEL PROCESO	CUANTIFICACIÓN DE CORRIENTES
PRE-TRATAMIENTO MECÁNICO	Se realizaron mediciones dentro de la empresa, los insumos involucrados se pesaron en una balanza analítica antes y después de realizado cada proceso unitario debido a que todas se encontraban en estado sólido.
TROQUELADO	Los flujos de entrada y salida se tomaron de los registros de producción. Se realizó medición dentro de la empresa al lubricante usado en esta etapa, para ello se utilizó una probeta pues se encontraba en estado líquido. Se tomó una muestra de éste para determinar su densidad.
TORNO LICO	Las entradas y salidas de cada una de las materias fueron tomadas de los registros de producción.
RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO	Los flujos de entrada para cada sustancia involucrada se tomaron de los registros de producción hechos por la empresa. Para conocer los flujos de salida, se tomaron muestras de los efluentes y se les realizaron pruebas de laboratorio para conocer

	sus densidades, las concentraciones de grasas y aceites, metales pesados y cianuros.
ACABADO	Se realizaron mediciones dentro de la empresa. Las materias que se encontraban en estado sólido se pesaron antes y después de realizado cada proceso en una balanza analítica. Se utilizó una probeta para conocer las cantidades de las sustancias que se encontraban en estado líquido. Se tomaron muestras de éstas para determinar su densidad.
ENSAMBLE Y EMPAQUE	Se realizaron mediciones dentro de la empresa para conocer cada uno de los flujos de entrada y salida.

2.4. PRUEBAS DE LABORATORIO

2.4.1. Densidad: Se determinaron las densidades de la taladrina, laca, thinner, endurecedor y los enjuagues usados en los recubrimientos electrolíticos. Esto se hizo con un picnómetro Villab de 2 mL y una balanza analítica.

2.4.2. Determinación de metales pesados: Para cuantificar la cantidad de metales pesados en la sección de galvanía, se utilizó el equipo de Absorción Atómica Perkin-Elmer (ver anexo E) disponible en el laboratorio de análisis químico de la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander. Primero se identificaron los metales a cuantificar, siendo estos para el galvanizado en gancheras: aluminio, zinc, cobre y níquel y para el galvanizado en masa: hierro, cobre y níquel. Seguidamente se prepararon patrones de 1 a 5 ppm para cada metal con el fin de formar curvas de calibración. En caso de altas concentraciones, las muestras originales fueron diluidas convenientemente. En el anexo E, se encuentra una descripción más detallada de procedimiento realizado

2.4.3. Determinación de cianuros: Las pruebas para cuantificar la cantidad de cianuros en la sección de galvanía se enviaron al laboratorio de Consultas Industriales de la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander, mediante el método Titrimétrico / SM 4500 –CN'D (ver anexo F).

2.4.4. Determinación de grasas y aceites: Para determinar la cantidad de grasas y aceites presentes en las muestras tomadas en la sección de galvánica, se realizó una extracción líquido-líquido, tomando como guía el protocolo sugerido por la US EPA (*Environmental Protection Agency*): “Hexane Extractable Gravimetric Method, Method 10056” [13]. Se tomaron 10 mL de muestra y se le adicionó 0,1 mL de ácido clorhídrico, seguidamente se le agregaron 20 mL de hexano y se agitó la mezcla durante 2 minutos abriendo la llave del embudo en algunos momentos, para dejar escapar los gases formados. Pasado este tiempo, la mezcla se dejó decantar durante 10 minutos. Formadas las dos capas, se abrió la llave del embudo suavemente para separar la capa inferior (fase acuosa). La solución remanente (fase orgánica), se hizo pasar por un filtro que contenía sulfato de sodio anhidro para que este adsorbiera cualquier molécula de agua presente. Para una mayor eficiencia del proceso, a la solución acuosa se le realizó 2 veces el mismo procedimiento para seguirle extrayendo aceites. Una vez recolectada toda la fase orgánica, se extrajo el hexano mediante rotoevaporación. (335 mbar y 50°C). Los aceites extraídos de cada una de las muestras, se pesaron en una balanza analítica para su respectivo registro. A una de las muestras se le hizo 3 veces este procedimiento para verificar la reproducibilidad del método (ver anexo G).

2.4.5. pH: Se midió el pH de los efluentes de la sección de galvánica, utilizando papel tornasol.

2.5. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Se utilizó un multímetro para medir el amperaje y el voltaje que le llega a cada uno de los equipos que se utilizan en cada uno de los procesos unitarios, siendo estos trifásicos a excepción de los utilizados en la sección de galvánica ya que estos son monofásicos. La energía de entrada se calculó con la fórmula propuesta para estos equipos.

$$E = \frac{V * A * \sqrt{3}}{1000} \quad [=] \text{ KW} \quad (\text{ec. 2 sistemas trifásicos})$$

$$E = \frac{V * A}{1000} \quad [=] \text{ KW} \quad (\text{ec. 3 sistemas monofásicos})$$

Donde V es voltaje y A es amperaje.

2.6. NIVELES DE RUIDO

Para medir los niveles de ruido de cada una de las etapas del proceso se utilizó el Sonómetro Radio Shack disponible en la empresa. Este dispositivo se acerca al equipo utilizado en cada proceso y emite un valor dado en decibeles.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las etapas del proceso de producción de la pata julia, así como los balances de materia de cada proceso unitario, se pueden apreciar en el anexo I. Las tablas presentadas allí, muestran el flujo de la sustancia involucrada en cada etapa identificada en el diagrama, la cantidad de ésta y el estado de fase en que se encuentra.

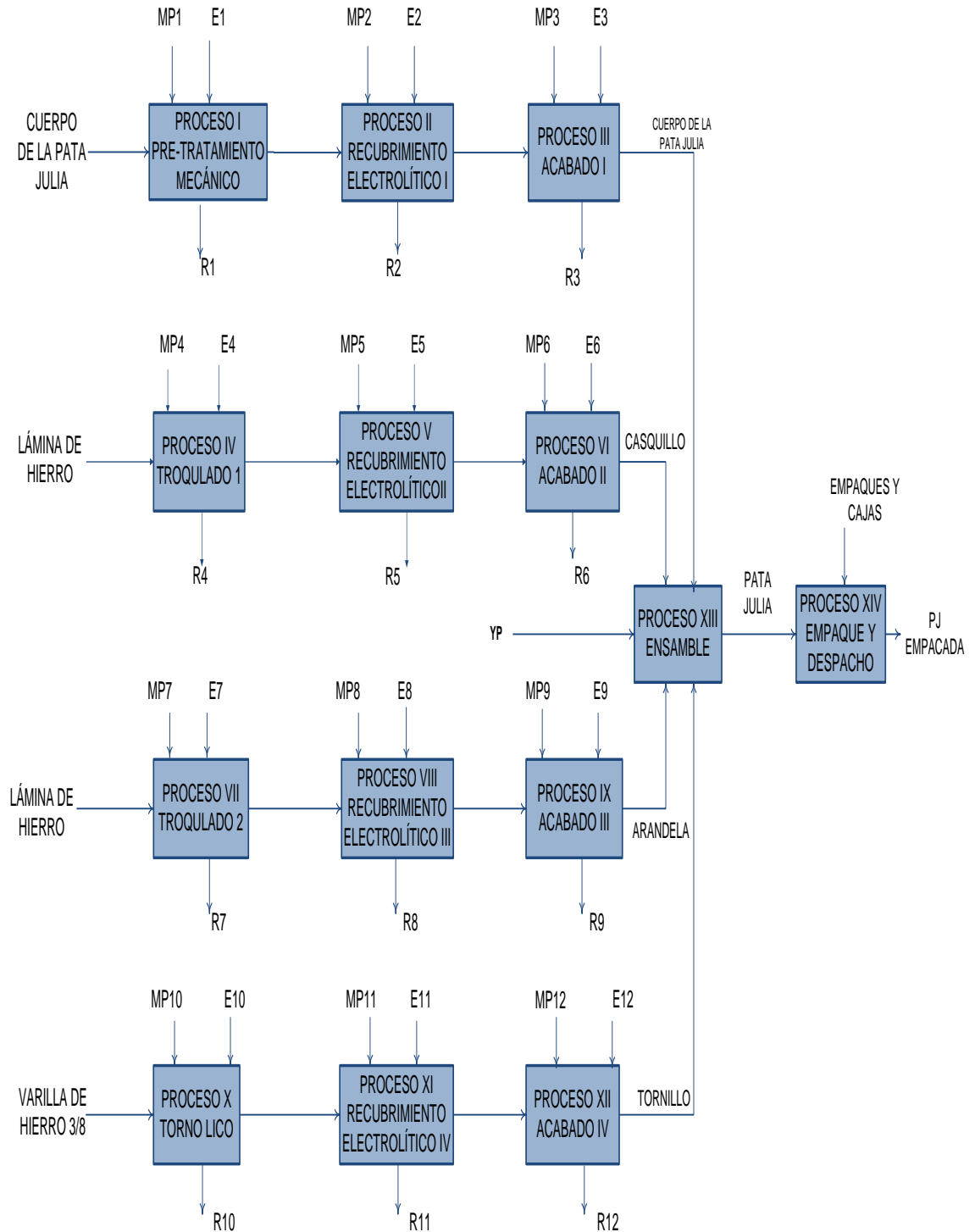
Para cada caso, fueron cuantificados los aspectos ambientales identificados en cada una de las etapas del proceso, siendo éstos: consumo de insumos, consumo de agua, emisiones atmosféricas, generación de residuos y vertimiento de aguas residuales. La unidad funcional escogida es 100 unidades de pata julia producidas, por lo que los datos que se mostrarán a continuación son referidos a esta cantidad.

En el anexo J se podrán encontrar las densidades de las sustancias que se encontraban en estado líquido y de los efluentes provenientes de los baños galvánicos. Las curvas de calibración de los metales que fueron analizados se encuentran en el anexo E. Las concentraciones de grasas y aceites halladas se encuentran en el anexo G. Los resultados de la pruebas de cianuro están consignadas en el anexo F.

3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO

En la Figura 3 se puede apreciar el esquema general de producción de la Pata Julia. Para una descripción detallada del proceso remitirse al anexo C. En el anexo I se encuentran los diagramas de cada una de las operaciones unitarias realizadas en cada etapa del proceso. En los diagramas se aprecian cada uno de los flujos entrantes y salientes ya sean de masa o energía. Se utilizó la nomenclatura mostrada en el anexo H.

Figura 3. Proceso general de producción de la Pata Julia. (MP: consumo de materia, E: consumo de energía, R: generación de residuos, PJ: cuerpo de la pata julia, YP: yunque de plástico)



3.2 CONSUMO DE INSUMOS

En la siguiente tabla se puede apreciar la cantidad total consumida de los insumos para cada etapa del proceso de producción. En el anexo I se puede apreciar a que corresponde cada valor.

Tabla 2. Consumo de Insumos

ETAPA DEL PROCESO	CANTIDAD [Kg]/ 100 PJ
Pre-tratamiento Mecánico	0,322
Recubrimiento Electrolítico I	2,392
Acabado I	0,787
Troquelado I	1,053
Recubrimiento Electrolítico II	1,453
Acabado II	0,008
Troquelado II	0,234
Recubrimiento Electrolítico III	0,008
Acabado III	0,007
Torno lico	1,506
Recubrimiento Electrolítico IV	0,038
Acabado IV	0,006
Ensamble	0,500
Empaque	1,204

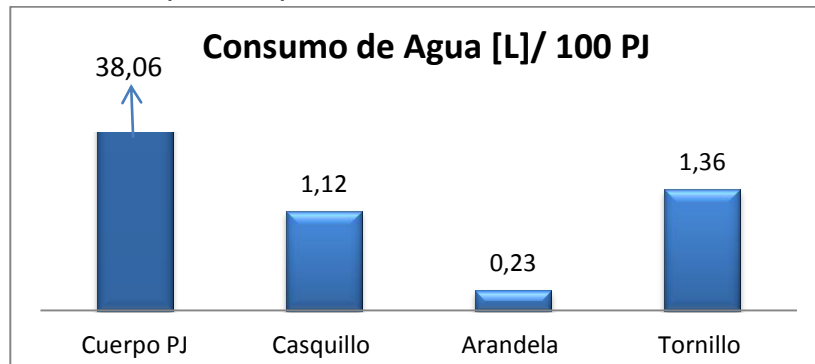
El consumo de insumos en la etapa Acabado I es mayor al resto de acabados debido a que este tiene un proceso de satinado (ver anexo C) que los otros no. En los procesos de troquelado I y II se fabrican el casquillo y la arandela respectivamente, el casquillo tiene un tamaño mayor que la arandela, por ende el troquelado I consume mayor cantidad de insumos. Lo mismo sucede con los procesos de recubrimiento electrolítico II, III y IV, y acabado II, III, IV, en estos procesos se utilizan los mismos insumos, sin embargo, el consumo mayor será para la pieza que tiene un mayor área, para este caso es el casquillo. Para ver la cantidad consumida de cada uno de los insumos en cada etapa referirse al anexo G. Es de resaltar que los insumos que se consideran tóxicos son los que se

utilizan en los recubrimientos electrolíticos, ya que se utilizan ácidos y sales de cianuro.

3.3. CONSUMO DE AGUA

En el siguiente gráfico se muestra el consumo total de agua por pieza procesada. Solo se presentan requerimientos de agua en los baños utilizados en las etapas de recubrimiento electrolítico de cada una de las piezas.

Figura 4. Consumo de agua en el proceso de producción en cada una de las piezas que conforman la Pata Julia.



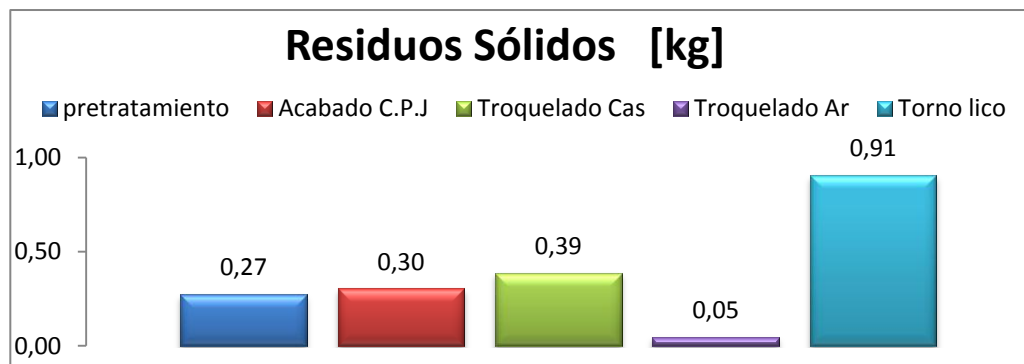
Como se puede apreciar el proceso de producción en el que se consume mayor cantidad de agua es en el cual se fabrica el cuerpo de la pata julia, lo cual era de esperarse pues al tener un mayor área se necesitará mayor cantidad de agua para realizar los enjuagues. La arandela al ser la pieza más pequeña necesitará menores cantidades de agua para hacer la remoción de las sustancias residuales. Además, las piezas fabricadas en aluminio (como es el cuerpo de la pata julia), requieren de una etapa de recubrimiento con zinc (lo cual mejora la adherencia de cobre) que la línea de hierro (casquillo, arandela y tornillo) no necesita, lo cual ocasiona que se necesiten más enjuagues antes que se llegue al recubrimiento con cobre, y por ende mayor cantidad de agua consumida. En los diagramas de estos procesos presentes en el anexo G se pueden apreciar la diferencia de la serie de enjuagues que se necesitan tanto para la línea de hierro como para la de

aluminio. Este consumo de agua (que es bastante considerable) presenta un impacto ambiental negativo ya que está contribuyendo a la disminución del recurso hídrico.

3.4. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

En la figura 5 se pueden apreciar cuáles son los procesos que generan residuos sólidos y la cantidad que se están generando en ellos, ya que no todas las etapas del proceso de producción generan residuos sólidos. Cabe aclarar que estos residuos no son peligrosos, pues principalmente están constituidos por residuos de metal que está siendo procesado en la etapa. Sin embargo, este aspecto ambiental representa un problema pues hay un aumento en la cantidad de residuos no peligrosos a disponer. Para una mayor especificación de las cantidades de residuos generados por materia entrante remitirse al anexo G. Cabe resaltar que Fantaxias tiene contrato con una empresa que hace disposición de estos residuos apropiadamente, por lo tanto no son arrojados al relleno sanitario.

Figura 5. Residuos sólidos generados en cada etapa del proceso de producción de la Pata Julia



3.5. VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

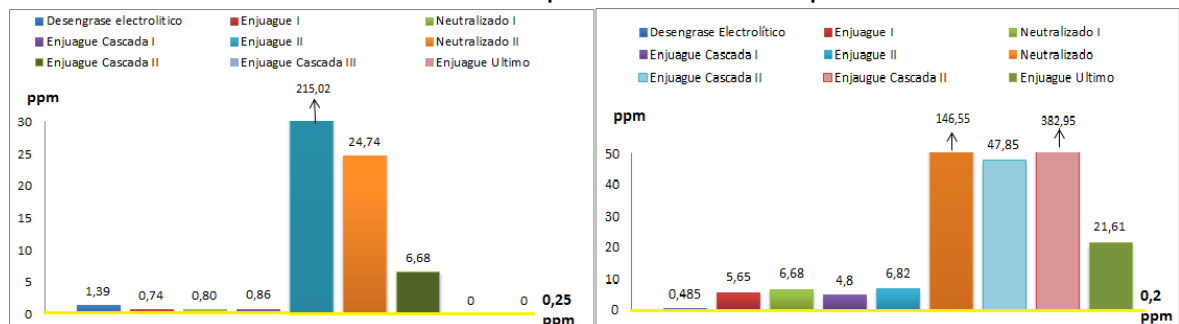
Las aguas residuales provienen de la etapa de recubrimiento electrolítico de cada una de las piezas. Aquí sólo se tuvieron en cuenta las concentraciones de grasas

y aceites, cianuros, metales pesados y pH en efluentes generados por el procesamiento de la línea de hierro (casquillo, arandela y tornillo) y la línea de aluminio (cuerpo de la pata julia). Estos efluentes son los que la empresa arroja directamente al sistema de alcantarillado sin tratamiento previo. La línea en amarillo en cada una de las figuras representa el valor máximo permisible por la reglamentación ambiental (Resolución N° 1074 del 28 de octubre del 1997 del Ministerio del Medio Ambiente, ver anexo K).

3.5.1 Línea de procesamiento de piezas de hierro (casquillo, arandela, tornillo): el recubrimiento electrolítico que se le hace a estas piezas es llamado galvanizado en tambores (ver anexo C), ya que las piezas son depositadas en un tambor sin importar las formas que tengan y éste pasa por todos los baños. Por tanto el análisis de los efluentes se hizo para la línea en general y no pieza por pieza.

3.5.1.1 Concentraciones de cobre y níquel:

Figura 6. Concentraciones de Cu (izquierda) y Ni (derecha) presentes en los efluentes de la línea de procesamiento de piezas de Fe

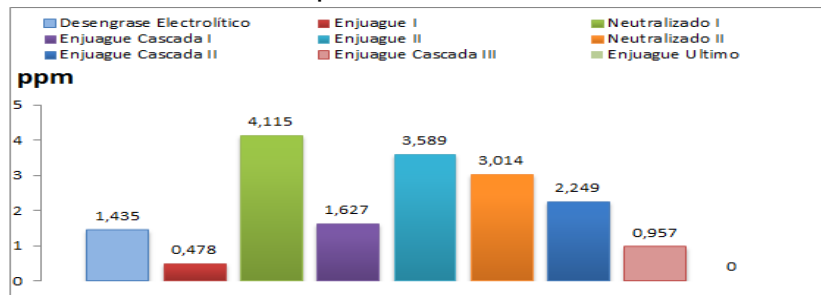


Como se puede apreciar todos los efluentes superan el valor límite permitido (0,25 ppm para Cu y 0,2 ppm para Ni) a excepción de los dos últimos enjuagues en el caso del cobre. Además, se obtuvieron valores altos en el enjuague II, neutralizado II y enjuague cascada II (en el caso del cobre), y en el enjuague cascada II (para el caso del Níquel) lo cual era de esperarse pues son los enjuagues siguientes a los recipientes donde se trabaja con este metal. Los enjuagues anteriores a estos enjuagues presentan un valor inesperado ya que

estos procesos se realizan antes del recubrimiento con estos metales (cobre y níquel), sin embargo lo asociamos al sistema que se maneja en este galvanizado, pues el tambor donde se depositan las piezas es único por tanto traerá trazas de estos metales producto de procesos anteriores.

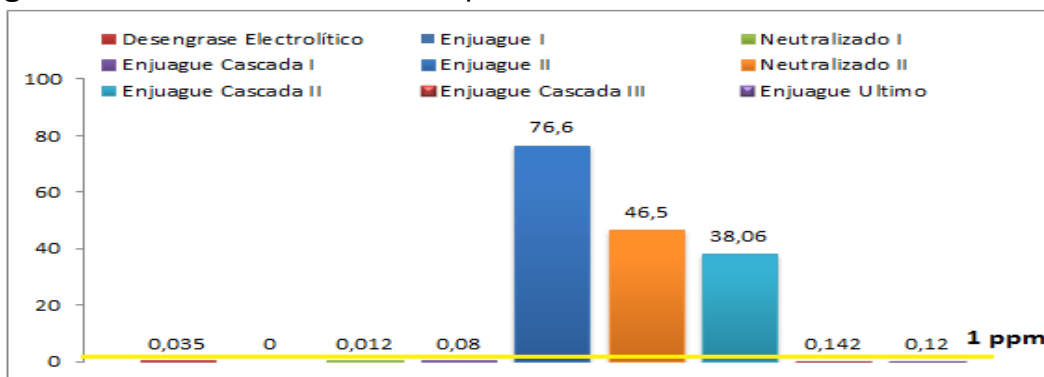
3.5.1.2. Concentraciones de hierro: no se encontró normatividad que restrinja las concentraciones de este metal. Estas concentraciones provienen del desprendimiento del metal a lo largo de los baños realizados, se puede apreciar que al finalizar el proceso ya no se presenta ninguna cantidad y que esta concentración no presenta una conducta decreciente como se esperaría, causa asociada al arrastre de agua que el tambor genera de un recipiente a otro.

Figura 7. Concentraciones de Fe presentes en los efluentes de la línea de Fe



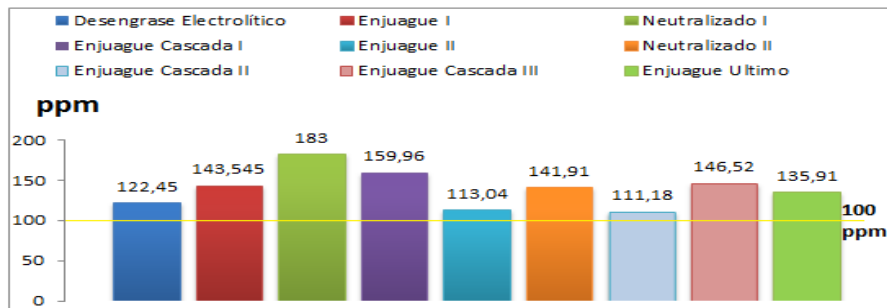
3.5.1.3 Concentraciones de cianuro: se puede apreciar que en este caso las únicas vertientes que superan las concentraciones máximas permisibles (1 ppm) son las contiguas al recubrimiento hecho con cobre pues en este proceso se utilizan cianuros para mejorar la adherencia de cobre en la pieza.

Figura 8. Concentraciones de CN presentes en los efluentes de la línea de Fe



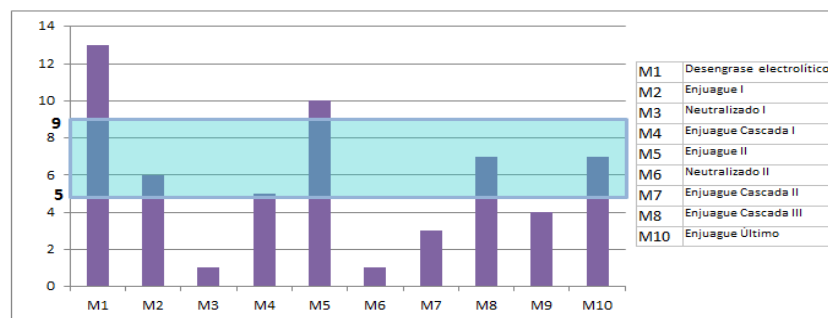
3.5.1.4 Concentraciones de grasas y aceites: Como se puede observar en este caso todos los efluentes superan el límite máximo permisible (100 ppm). Aquí también se presenta el mismo caso de los vertimientos de hierro, las concentraciones no disminuyen sino que fluctúan, esto asociado al arrastre de agua del tambor. Estas concentraciones provienen de los lubricantes usados en etapas anteriores al recubrimiento electrolítico.

Figura 9. Concentraciones de grasas y aceites en los efluentes de línea de Fe



3.5.1.5. pH: La normatividad ambiental tiene un rango permisible de 5-9 unidades de pH. La mayoría de enjuagues supera el límite máximo. El punto M1 presenta una alcalinidad muy alta ya que se utiliza una sustancia básica para realizar este desengrase. Se puede apreciar que los procesos de neutralizado y las etapas inmediatas a éste, presentan pH bajos debido a la presencia de ácido sulfúrico en el baño del neutralizado.

Figura 10. pH de los efluentes de la línea de hierro

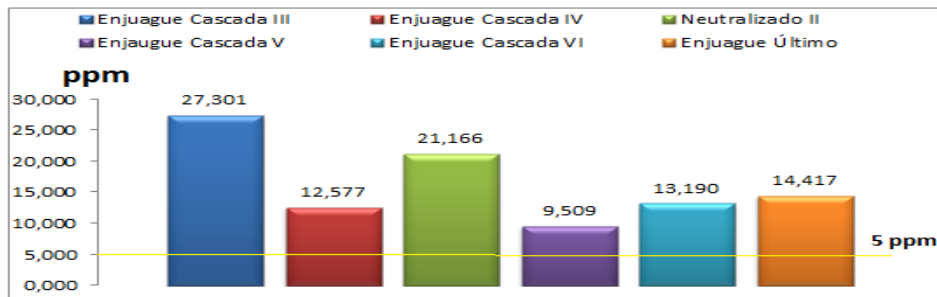


3.5.2. Línea de procesamiento de aluminio: para el cuerpo de la pata julia se utilizan unos bastidores específicos para esta pieza debido a su geometría, los

cuales la sujetan mientras esta es pasada por todos los baños galvánicos (ver anexo I).

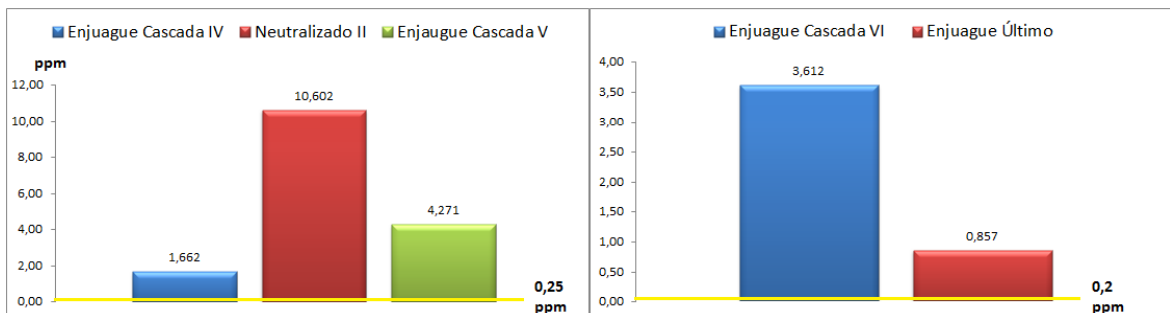
3.5.2.1. Concentraciones de zinc: se puede apreciar que las concentraciones de los efluentes superan las máximas permisibles por la normatividad (5 ppm). Como era de esperarse las concentraciones de zinc presentes en los baños anteriores al recubrimiento con este metal son despreciables, sin embargo se presenta algo de arrastre de un baño a otro ya que como se puede observar en la figura 11 esta concentración fluctúa.

Figura 11. Concentraciones de Zn en los efluentes de la línea de aluminio



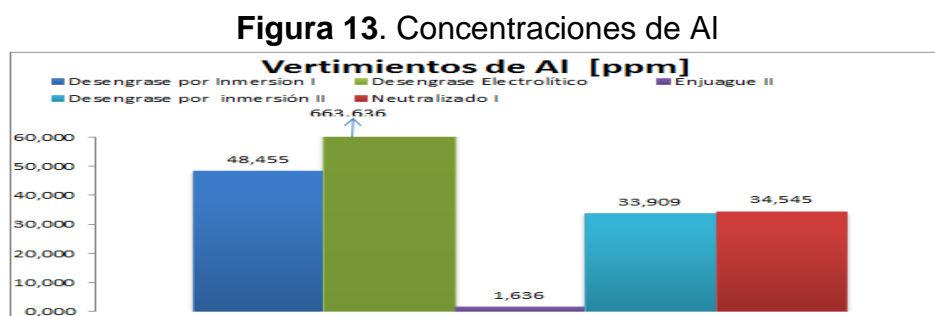
3.5.2.2 Concentraciones de Cu y Ni: aquí también se despreciaron las concentraciones de estos metales en etapas anteriores a los recubrimientos hechos con estos mismos. No obstante se puede apreciar que las vertientes posteriores a estos recubrimientos exceden los límites permisibles para cada metal.

Figura 12. Concentraciones de Cu (izquierda) y Ni (derecha) en los efluentes de la línea de aluminio



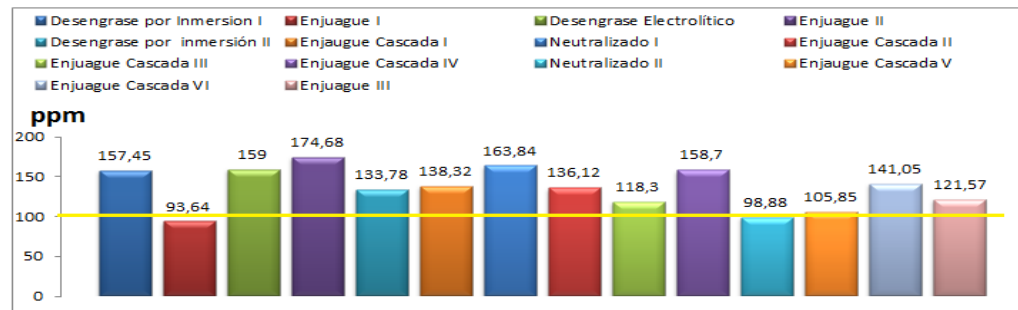
También se puede apreciar que la etapa siguiente a cada recubrimiento (enjuague cascada IV para cobre y enjuague cascada VI para níquel) no presentan un valor elevado como era de esperarse y como se observó en la línea de hierro. Cabe aclarar que las etapas posteriores a cada recubrimiento son unos enjuagues recuperadores, que en nuestro caso no se tuvieron en cuenta, ya que son utilizados para rectificar los baños del recubrimiento y no son vertidos al alcantarillado. Además, estos enjuagues cascada, como su nombre lo indica, son dos tanques unidos donde la salida de uno es la entrada del otro, donde se tomó una muestra del efluente proveniente del último tanque de esta serie de enjuagues (ver anexo C) el cual es vertido a la alcantarilla lo que explica esta baja concentración.

3.5.2.3 Concentraciones de Aluminio: para este caso tampoco se encontró una restricción ambiental. Aquí se puede apreciar que donde se presentó mayor desprendimiento de partículas de aluminio es en el desengrase electrolítico. Esto es razonable ya que uno de los objetivos de esta etapa es el desprendimiento de los óxidos metálicos que se hayan formado en etapas anteriores, además aquí se aumenta la temperatura y el tiempo de residencia es mayor que el de las otras etapas.



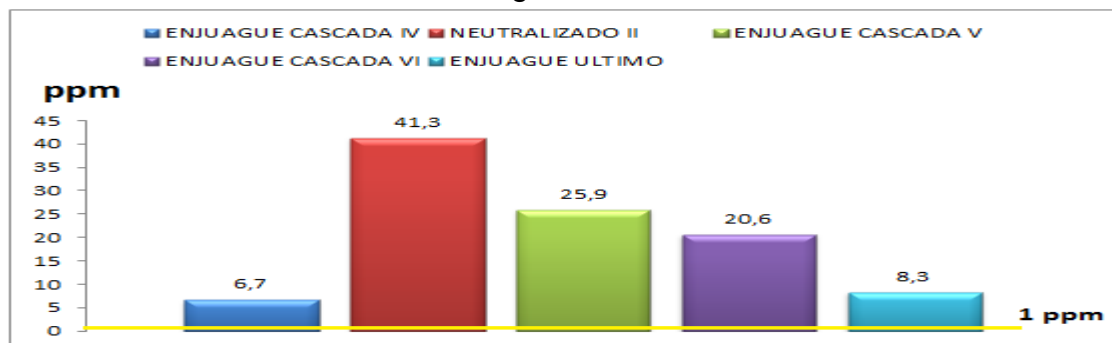
3.5.2.4 Concentraciones de grasas y aceites: se puede apreciar en casi todas las etapas que el contenido de grasas y aceites supera el límite permisible (100 ppm), a excepción del enjuague I y el neutralizado II.

Figura 14. Concentraciones de grasas y aceites en la línea de aluminio



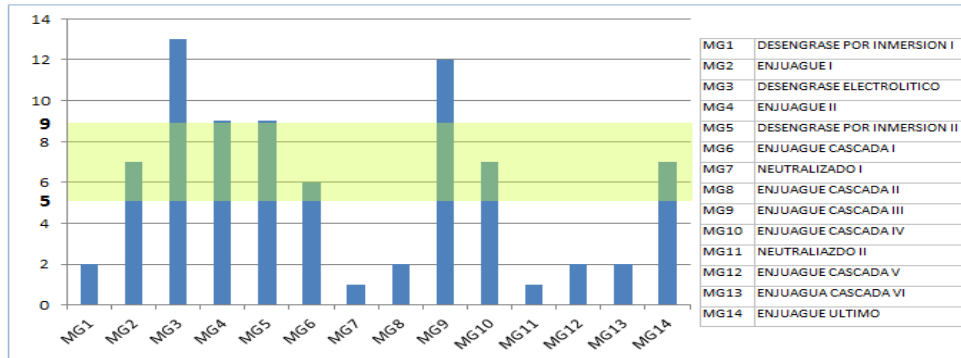
3.5.2.5 Concentraciones de cianuros: Como se puede observar todos los efluentes superan el límite máximo permisible (1 ppm). Además, las concentraciones obtenidas aquí son muchos menores a las concentraciones de los efluentes del galvanizado en tambores, esto asociado a que las gancheras no se generan mayor arrastre de una cuba a otra como lo hacen los tambores. Debido a este sistema, las cubas anteriores al recipiente donde se está trabajando con cianuros (recubrimiento con cobre) no presentaron concentraciones de estos pues estas son únicas para cada pieza por tanto no traerá trazas de impurezas de procesos anteriores.

FIGURA 15. Concentraciones de cianuros presentes en los efluentes de galvanización en gancheras



3.5.2.6 pH: se puede apreciar que el enjuague cascada III y el desengrase electrolytico son los que superan el límite permisible. Es de esperarse el alto contenido de este último ya que en este enjuague se utiliza una solución alcalina para realizar una mejor remoción de las grasas.

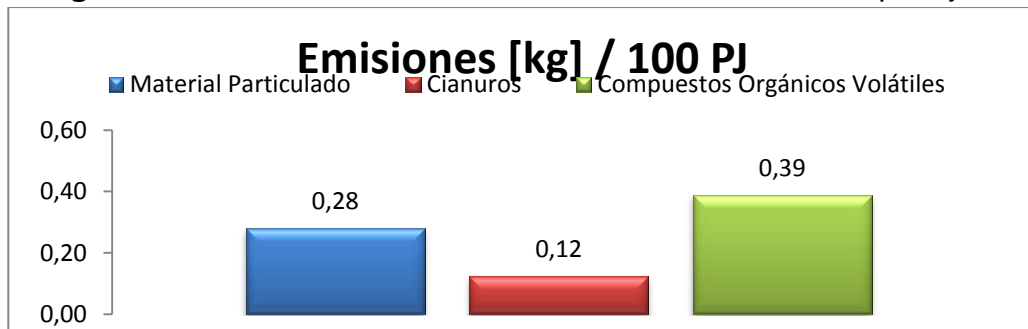
Figura 16. pH de los efluentes de la línea de aluminio



3.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Se identificaron tres emisiones que se hacen a la atmósfera durante la elaboración de la pata julia las cuales se muestran en la siguiente figura.

Figura 17. Emisiones atmosféricas en la elaboración de la pata julia



El material particulado proviene del desgaste que sufren las lijas en el pre-tratamiento mecánico que se le realiza al cuerpo de la pata julia (para ver el tipo de lija usada y cantidad de esta generada ver anexo C e I respectivamente). Fantaxias tiene implementada una máquina extractora en esta sección de la empresa para hacer extracción total o parcial de este material. Las emisiones de cianuros se generan en el recubrimiento con cobre en la sección de galvánica, ya que se utilizan sales de cianuro para mejorar la adherencia de este metal en cada una de las piezas. Este valor es la cantidad total estimada en los balances realizados a cada una de las piezas (ver anexo I). La literatura reporta que el compuesto emitido es hidrocianuro, sin embargo aquí no fue posible hacer un

análisis químico a este vapor generado para conocer su identidad. Los compuestos orgánico volátiles (COV) son los provenientes del proceso de lacado en la etapa de acabado (ver anexo C) que se le realiza a cada una de las piezas, ya que se utiliza una solución que contiene thinner, laca y un endurecedor (catalizador). No se encontró alguna norma que restrinja las emisiones hechas para cada caso. No obstante, aquí se está presentando un impacto ambiental significativo ya que en el caso de los COV son compuestos que afectan al fenómeno de disminución de la capa de ozono y en conjunto con los óxidos de nitrógeno y la luz solar, son precursores del ozono a nivel de suelo (ozono troposférico) que es perjudicial para la salud provocando daños respiratorios. Se puede producir el llamado smog fotoquímico que es una niebla de color marrón-rojizo [14]. Las emisiones de cianuro presentan un impacto sobre la salud humana ya que inhiben el transporte de oxígeno en la sangre, provocando efectos severos en el cerebro y el sistema cardiovascular, e incluso producir la muerte, si el individuo se encuentra expuesto a dosis elevadas [15].

3.7 CONSUMO DE ENERGÍA

Los consumos de energía para cada una de los equipos utilizados en cada etapa obedecen la siguiente ecuación:

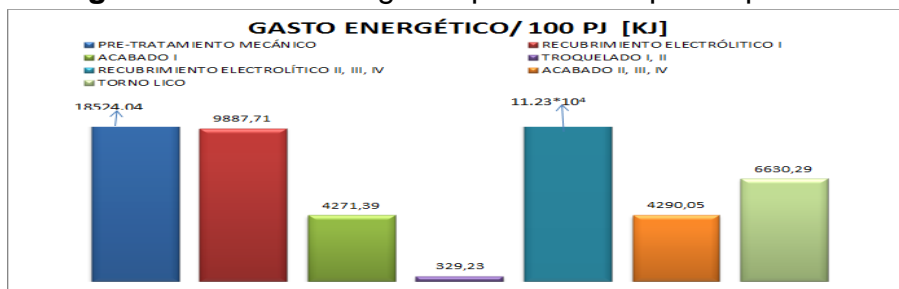
$$\text{Energía consumida} = \text{Energía útil} + \text{Energía disipada} \text{ (ec.4)}$$

Debido a que fue imposible encontrar datos de eficiencia de cada una de las máquinas y así poder estimar la energía aprovechada por esta y la disipada, así como tampoco fue posible calcular las pérdidas de energía debido a la gran cantidad de formas de pérdidas (pérdidas mecánicas, por ruido, fricción entre las piezas de la máquina, calor, etc.). No obstante, para este tipo de estudios, lo que interesa es el gasto energético que el equipo está generando, lo cual equivale a la energía entrante. El consumo de energía es un aspecto ambiental significativo que trae consigo un impacto ambiental negativo como es la disminución de recursos naturales y el aporte al calentamiento global. A continuación se muestra

el gasto energético por cada etapa del proceso para 100 piezas de pata julia procesadas. Para conocer los datos de entrada como el amperaje y el voltaje remitirse al anexo I.

En la figura 18 se observa que el mayor gasto energético se está presentando en el galvanizado de la línea de hierro, debido a que el tiempo de residencia en cada uno de los baños (que utilizan una resistencia para ser calentado) es bastante largo a diferencia del tiempo que se necesita para el galvanizado en gancheras. También se puede observar que la etapa de pre-tratamiento mecánico demanda bastante energía, lo cual es razonable ya que en esta etapa se requieren de varios equipos (ver anexo I). Se ha agrupado el consumo energético del casquillo, la arandela y el tornillo en la etapa de acabado, ya es el mismo proceso para los tres, cabe aclarar que la mayor energía que se utiliza aquí es gas natural utilizado para el horno secador (para ver el consumo de gas ver anexo I).

Figura 18. Gasto energético por cada etapa del proceso



3.8 RUIDO EMITIDO EN CADA ETAPA DEL PROCESO

A continuación se muestran los niveles de ruido (en decibeles) en cada una de las etapas del proceso de producción y el límite máximo permisible por la reglamentación colombiana (Resolución 627 del 07 de abril del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ver anexo K).

Tabla3. Decibeles para cada etapa del proceso de producción

NIVELES DE RUIDO		
PROCESO	DECIBELES [dB]	NORMA AMBIENTAL
Pre-tratamiento mecánico	80	75 [dB] día 75 [dB] noche
Recubrimiento electrolítico I, V, VIII, XI	86	
Troquelado I, II	89	
Acabado I, II, III, IV	77	
Torno Lico	96	

Se puede apreciar que cada una de las etapas del proceso de producción excede los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, especialmente el proceso de Torno Lico que presenta una diferencia de 21 dB. Esto tendría un impacto ambiental y social negativo ya que está afectando a la comunidad, especialmente a los trabajadores de la empresa, provocando el envejecimiento prematuro del oído, sordera y daños irreversibles en el sistema auditivo, entre otros. Como medida de protección personal, Fantaxias dota a cada trabajador y visitantes con tapa oídos para evitar estos problemas.

3.9 RECOMENDACIONES PARA UNA PML

Con el fin de minimizar los verimientos, minimizar el consumo de recursos materiales y energeticos, así como mejorar las condiciones ambientales del sitio de trabajo, hacemos una serie de recomendaciones basadas en el proceso de Producción más Limpia para procesos de galvanoplastia (recomendado por el Ministerio e Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo de Colombia) [1].

- Cambiar el tambor en donde se depositan las piezas por un sistema de rejilla plastica cilíndrica, para minimizar el arraste al tener mayor cantidad de huecos que el tambor.
- Instalar un sistema de rejilla eliminadora de niebla en los baños de recubrimiento para condensar y retener las gotas líquidas de la corriente gaseosa que se esté evaporando [16].

- Dejar un tiempo de goteo después de cada baño y aumentar el número de tanques de enjuagues recuperadores (al menos a dos después de cada recubrimiento), para minimizar pérdidas por arrastre [17].
- Poner esferas de polipropileno en los baños calientes y cubrir la parte superior del tanque para evitar pérdidas por evaporación, minimizar el ensuciamiento y conservar mejor la temperatura [1].
- Además, utilizar enjuagues calientes y fríos alternados para forzar la eliminación de cianuros.
- Cubrir los tanques con láminas de icopor o de poliestireno para evitar pérdidas energéticas y así minimizar el consumo eléctrico.

4. CONCLUSIONES

Los diagramas de cada una de las operaciones unitarias involucradas en el proceso de producción consignados en este ecobalance, facilitaron la identificación y cuantificación de los aspectos ambientales. Con esto se puede concluir que el proceso de producción de la pata julia presenta grandes falencias ambientales, especialmente en la etapa de recubrimiento electrolítico de cada una de las piezas, ya que no se está dando cumplimiento a la reglamentación ambiental dada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en cuanto al vertimiento de concentraciones de metales pesados, cianuros, pH, grasas y aceites. Además, esta etapa demanda grandes cantidades de agua y energía para realizar los baños electrolíticos y enjuagues pertinentes. Sin embargo, si se siguen las recomendaciones mencionadas en el capítulo anterior se logrará reducir el consumo de energía en cada etapa, las concentraciones de los contaminantes presentes en los efluentes, la pérdida de agua por arrastre y por ende el consumo de ella, logrando así aumentar la calidad ambiental del proceso de producción de la pata julia.

5. RECOMENDACIONES

- Calcular las pérdidas de energía que se están presentando en cada uno de los equipos involucrados en la elaboración de la pata julia para conocer la cantidad de energía útil y la cantidad de energía que el equipo está disipando.
- Analizar las emisiones al aire generadas en el baño de recubrimiento con cobre para verificar el porcentaje de cianuros presente.
- Calcular la cantidad de material particulado que la máquina extractora ubicada en la zona de pulida está retenido para conocer realmente cuánto de este material está quedando disperso en el aire.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ALZATE, Adriana, OQUENDO, Carolina y MUÑOZ, Arnoldo. Guía de producción más limpia para el sector de recubrimientos electrolíticos en Colombia. Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML). 28p. [en línea]. [consultado 15 abr. 2012]. Disponible en Internet:
<http://www.minambiente.gov.co/documentos/32_guia_buenas_practicas_sector_recubrimientos_electroliticos.pdf>
- [2] FANTAXÍAS S.A.S. [en línea]. [consultado 20 mar. 2012]. Disponible en
<http://www.fantaxias.com/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=35>
- [3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. ISO 14044. Suiza: El instituto, 2006. 54 p.
- [4] GARRAÍN, Daniel, *et al.* Análisis del Ciclo de Vida de los Procesos de Recubrimiento Metálico de Termoplásticos. En: Revista Información Tecnológica. Vol. 21, No. 2 (2010); p. 59-64.
- [5] INSTITUTO TECNOLÓGICO METALMECÁNICO. Aplicación del Análisis del Ciclo de Vida a productos del sector Metal-Mecánico. El Instituto, 2008. 56 p.
- [6] YANG, Jian-xin, *et al.* Life cycle assessment of mobile phone housing. En : Journal of Environmental Sciences. Vol. 16, No. 1 (2004); p. 100-10
- [7] GUERRERO, Andrés J. y ROMERO, Ludwink M. Evaluación de la carga contaminante de las vertientes líquidas de la empresa de herrajes FANTAIAS LTDA. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química, 2005. 112 p.

[8] BALLESTEROS CARRILLO, Eduin y MARTÍNEZ MONSALVE, Rubén. Diseño de alternativas para la oxidación de cianuros y remoción de metales presentes en los efluentes de la empresa de electrorecubrimiento FANTAXIAS LTDA. Bucaramanga, 2007, 119p. Proyecto de grado (Ingeniería Química). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química.

[9] TOBÓN, Olga Lucía y HOYOS, Paula. Ecobalances, balances de materia y energía. Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML). 35p. [En línea]. [Consultado 17 abr. 2012]. Disponible en Internet:
<<http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Memorias/Modulo2/BALANCESDEMATERIAYENERGIA.pdf>>

[10] CARRETERO, Antonio. Aspectos ambientales. Identificación y evaluación. Asociación Española de Normalización y Certificación. [En línea]. [Consultado 5 jul. 2012]. Disponible en Internet:
<www.hispaniaservices.com/downloads/documents/medioambiente/i_aspectos_ambientales.pdf>

[11] LEÓN Ricardo, AUBAD, Ana I. y CECCON, Martin. Análisis de los aspectos ambientales de una organización. Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML). 58p. [En línea]. [Consultado 27 jun. 2012]. Disponible en Internet:
<<http://www.ingenieroambiental.com/4014/leonmarquez.pdf>>

[12] Ministerio de Energía Gobierno de Chile. Inventario del Producto. [En línea]. [Consultado 2 jul. 2012]. Disponible en Internet:
<http://huelladecarbono.minenergia.cl/calculo_huella_producto_inventario.html>

[13] USEPA. Hexane Extractable Gravimetric Method, Method 10056. [En línea]. [Consultado 10 jun. 2012]. Disponible en Internet:
<www.hach.com>

[14] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. Compuestos orgánicos volátiles. [En línea]. [Consultado 1 de agosto del 2012]. Disponible en Internet:

<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.aspx>

[15] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. [En línea]. [Consultado 1 de agosto del 2012]. Disponible en Internet:

<<http://www.prtr-es.es/Cianuros-como-CN-total,15669,11,2007.html>>

[16] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas. 292 p. [En línea]. [Consultado 1 de agosto 2012]. Disponible en internet:

<www.prtr-es.es/data/images/MTD-SUPERFICIES-METALICAS.pdf>

[17] Ministerio de Industria y Energía. Tratamiento electrolítico o químico de superficies. 22 p. [En línea]. [Consultado 1 de agosto 2012]. Disponible en internet:

< [http://www.prtr-es.es/data/images/guía tecnológica tratamiento electrolítico o químico de superficies](http://www.prtr-es.es/data/images/guía_tecnológica_tratamiento_electrolítico_o_químico_de_superficies)>

[18] Ecoempleo, Observatorio Del Empleo Y La Formación Medioambiental. El empleo ambiental y las necesidades de formación en los sectores cerámico, agroalimentario, madera y metal-mecánico. 37 p. [En línea]. [Consultado 2 de marzo 2012]. Disponible en internet:

<<http://www.ecoempleo.com/uploads/Publicacion%20ECOempleo%202004.pdf>>

ANEXOS

ANEXO A. ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UN ECOBALANCE

Tabla 1. Elementos a tener en cuenta en la elaboración de un eco-balance.

ELEMENTOS	INFORMACIÓN NECESARIA
MATERIAS PRIMAS	-Cuáles se transforman en el producto final del proceso. – Calcular las cantidades. – Distinguir entre las que tienen su destino en el producto final y cuáles se utilizan para procesos de transformación.
ENERGÍA	-Información detallada de las cantidades de los diferentes tipos de energía y sus fuentes. –Distinguir entre fuentes renovables (energía hidroeléctrica) y no-renovables (combustibles fósiles).
ADITIVOS	-Determinar los materiales necesarios para el proceso de transformación que forman parte del producto final.
RESIDUOS SÓLIDOS	Información detallada sobre cantidades y diferentes tipos: - Residuos del proceso (materia prima sobrante, productos fuera de especificación, materiales necesarios para el proceso como filtros). –Residuos de productos, residuos de empaques.
RESIDUOS LÍQUIDOS	-Información sobre cantidades, concentraciones y diferentes tipos de vertimientos. –Distinguir entre soluciones y suspensiones.
RESIDUOS DE GASES	Información detallada de las cantidades y tipos de emisiones.
PRODUCTO TERMINADO	Determinar el producto principal del proceso de transformación, el cual puede ser producto terminado, un subproducto o un compuesto.

FUENTE: TOBÓN Y HOYOS. [9]

ANEXO B. ASPECTOS AMBIENTALES ENCONTRADOS EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA

Tabla 1B. Aspectos ambientales en la industria metal-mecánica

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	PROBLEMÁTICA GENERADA
Emissiones atmosféricas	<p>Las principales emisiones a la atmósfera proceden de la aspiración de los diferentes baños, siendo las etapas críticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desengrase: generación de COVs debidos a la utilización de disolventes clorados. • Decapado: Producción de vapores ácidos (ácido clorhídrico). • Baños de recubrimiento electrolítico: Se generan vapores ácidos o básicos (según el baño), que pueden contener iones metálicos. • Horno de la cuba de galvanización: se producen CO, NOx, SO2, partículas e inquemados. • Cubas de galvanización: emisión de partículas de cloruro amónico y de zinc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agravamiento de los riesgos de cambio climático. 2. Destrucción del ozono estratosférico. 3. Olores
Generación de aguas residuales	<p>Los procesos de recubrimiento metálico generan dos tipos de efluentes principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efluentes discontinuos y muy concentrados (elevadas cargas contaminantes en volúmenes relativamente pequeños) procedentes del vaciado de baños de proceso agotados. • Efluentes continuos y muy diluidos (poca carga contaminante en grandes caudales de agua) procedentes de los enjuagues o lavados de piezas entre etapas consecutivas. <p>Los componentes más importantes de los efluentes de estas actividades son de tipo inorgánico, como cianuros, cromatos y metales pesados, así como aceites y grasas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afección negativa sobre la calidad de las aguas. 2. Eutrofización de aguas
Generación de residuos	<p>Los desechos característicos de las empresas de recubrimientos metálicos se pueden agrupar del siguiente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceites y grasas procedentes de la limpieza de las piezas que se van acumulando en los baños de desengrase. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colmatación de vertederos. 2. Degradación de suelos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Baños agotados de distinta naturaleza (ácidos, básicos, crómicos y cianurados). • Lodos con contenido en metales pesados que se depositan en el fondo de los baños de proceso, en los enjuagues o procedentes del tratamiento de las aguas residuales. • Materiales filtrantes impregnados, piezas defectuosas y desechos de reactivos empleados en las diferentes operaciones. 	
Consumo de recursos	<p>Consumo de agua: sector intensivo en el consumo de agua. Se emplea como vehículo indispensable del recubrimiento metálico de las piezas, como agente de enjuague entre baños consecutivos, como agente de limpieza y como producto auxiliar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético: aspecto medioambiental relevante. Se requiere energía eléctrica y/o térmica para el movimiento de las piezas entre los baños (empleando bombos o bastidores), calentamiento de baños de recubrimiento en caliente, secado de las piezas, funcionamiento de la maquinaria, obtención de aire a presión, iluminación y calefacción. • Consumo de materias primas: piezas a recubrir y los productos químicos empleados en la formulación de los baños de pretratamiento y recubrimiento de las piezas (ácidos, alcalis, sales y óxidos metálicos, disolventes, tensoactivos, etc...) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sobreexplotación de acuíferos. 2. Pérdida de biodiversidad.

FUENTE: ECOEMPLO [18]

ANEXO C. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PATA JULIA

PROCESO I: PRE-TRATAMIENTO MECÁNICO

En esta etapa del proceso se realizan varios procesos unitarios que se mencionan a continuación, aquí se procesa el cuerpo de la pata julia.

PULIDO 1: este proceso se realiza para retirar las partículas de aluminio que están alrededor de la base, la línea de partición y el punto de llenado. Para ello se utiliza una máquina pulidora de rodillo y una lija número 100.



MONTAJE 1: en este proceso unitario lo que se quiere es abrir los huecos de la pata julia. Para ello se utiliza un taladro industrial; con una broca de 5 mm se rectifica el punto del roscado. Para darle una superficie curva a este punto y así facilitar el roscado, se usa un avellanador 3/8. Luego se rectifican los extremos de la pieza utilizando una broca de 5.5 mm. Para mantener lubricada la broca y así evitar que esta quiebre en el proceso, se usa taladrina.



PULIDO LENGÜETA: se aplica en la base y luego en el cuerpo de la pata julia, logrando así un liso en la superficies de toda la pieza y dejándola lista para el realizarle el recubrimiento electrolítico.



PROCESO II: RECUBRIMIENTO ELECTROLITICO I

Este es el recubrimiento que se le hace al cuerpo de la pata julia. Debido a la geometría que esta pieza presenta se utiliza unos bastidores únicos para ella, estos sujetan la pieza mientras se hace pasar por cada uno de los baños como se puede apreciar en la siguiente figura. Los baños que se realizan a esta pieza son los que se describen a continuación.



Desengrase por inmersión y enjuague

Se utiliza un desengrasante, en este caso Bycleane A-11 para eliminar los residuos de aceites y grasas que la pieza traiga de etapas anteriores, esto se realiza durante aproximadamente 2 min. Seguidamente a la pieza se le realiza un enjuague con el fin de eliminar los restos alcalinos precedentes del desengrase.



Desengrase electrolítico y enjuague II

Se utiliza un desengrasante alcalino en este caso el desengrasante Z-120 y se realiza a una temperatura de 50 a 55°C durante 2 minutos aproximadamente. Una vez realizado esto la pieza es enjuagada para eliminar trazas de contaminantes.



Desengrase por inmersión, enjuague tipo cascada y neutralizado

El desengrasante utilizado es el Novaclean ZAP. El neutralizado se realiza con ácido Nítrico a una concentración de 200 mL/L, con el objetivo de eliminar capas de óxido formadas en la pieza durante los enjuagues.





Recubrimiento con Zn, Enjuague recuperador y enjuague tipo cascada.

Se realiza un recubrimiento con zinc a las piezas fabricadas en aluminio para mejorar la adherencia del cobre, seguidamente hay un enjuague para recuperar el Zn que no se adhirió. Este también es usado como rectificador del baño de zinc.



Recubrimiento con Cu y Enjuague recuperador

El recubrimiento con Cu se realiza para mejorar la adherencia del níquel que es lo que se quiere. Para este baño se utilizan barras de cobre que serán los ánodos que recubrirán la pieza, cianuros que ayudan la adherencia de este metal en la pieza y sal de rochelle que mejora la conductividad del baño. Luego sigue un enjuague que se utiliza para rectificar el baño de cobre.



Enjuague cascada, Neutralizado y enjuague cascada

El neutralizado realizado aquí es con ácido sulfúrico a una concentración de 4-5 cm³/L. Como se puede apreciar los enjuagues tipo cascada son de renovación continua, donde la salida de un tanque es la entrada del otro.

Recubrimiento con Ni, y enjuagues

Se utiliza un ánodo de níquel que se desgasta a medida que se niquelan las piezas, ácido bórico el cual mantiene el pH en el rango en el que debe estar. Para darle un efecto espejo a la pieza se utiliza un abrillantador. Las piezas se depositan alrededor de 20 min o más a una temperatura de 50 °C.



Piezas
Niqueladas

Una vez niqueladas las piezas, estas son pasadas a una secadora centrifuga, la cual trabaja a una temperatura aproximada de 35°C durante 10 min.



PROCESO III: ACABADO I

Se realizan los últimos detalles al cuerpo de la pata julia. Dentro de esta etapa se presentan dos procesos que se describen a continuación.



SATINADO: se realiza para quitarle el brillo intenso que la pieza ha adquirido en el niquelado. Para ello se usa una pasta para satinar. En este proceso se utiliza una máquina de rodillo para satinar la cual tiene una felpa que sufre un desgaste.



LACADO: en esta etapa se le quiere dar una capa protectora a la pieza. Se realiza con una pistola aerográfica en una cabina de pintado. Para ello se toman 2 partes de laca, 1 parte de endurecedor (catalizador) y 2 partes de thinner (disolvente). Usando una probeta se pudo estimar que estas 5 partes equivalen a un volumen de 200,84 mL.



SECADO: Se realiza en un horno a una temperatura de 40 °C durante 15 minutos.

PROCESO IV Y VII: TROQUELADO I Y II



Estos procesos se realizan para obtener el casquillo y la arandela que irán a formar parte del nivelador de la pata. Para el casquillo, se utiliza una lámina de hierro de 42 mm de ancho * 0.45 mm de espesor. Para la arandela, se utiliza una lámina de hierro de 30 mm de ancho * 0.75 mm de espesor. Para mantener la lubricación de la maquina troqueladora se usa la taladrina. Para calcular el

gasto de esta, se hizo una producción de 717 casquillos, en donde la variación del tanque contenedor de la taladrina equivale a 185 mL. Para estimar la cantidad gastada en la producción de arandelas, se sabe que esta tiene una relación de producción de 2:1 con respecto a los casquillos.



PROCESO X: TORNO LICO



El equipo utilizado para realizar este proceso es el mostrado a la izquierda. En este proceso unitario se forma el tornillo que ira a hacer parte del nivelador de la pata julia. Se consume una varilla de 9,53 mm de diámetro. El equipo está constituido por 3

buriles los cuales hacen el formado cilíndrico y cortado de la varilla y una tarraja la cual hace el efecto espiral que el tornillo



tiene. Se utiliza taladrina para mantener la lubricación del sistema.

PROCESOS V, VIII, XI: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO II, III, IV

En estos procesos se les realiza el recubrimiento al casquillo, arandela y tornillo. Este proceso es el mismo que se le hace al cuerpo de la pata julia, a diferencia que en este caso no se hace el recubrimiento con zinc ya que el hierro no necesita de este baño para ser recubierto con cobre. Otra diferencia es el sistema utilizado para pasar las piezas de un baño a otro, ya que para estos casos se usa un tambor donde son depositadas como se puede apreciar en la figura siguiente, por tanto se necesitan de tanques de mayor volumen, sin embargo los caudales de agua son los mismos que en el caso del galvanizado con gancheras.



PROCESOS VI, IX Y XII: ACABADO II, III, IV

Estos procesos son los realizados al casquillo, arandela y tornillo. En estos casos no se realiza el satinado que se le hace al cuerpo de la pata julia. Aquí solo se hace el lacado utilizando la misma solución del cuerpo de la pata julia, seguidamente las piezas son depositadas en el horno a las mismas condiciones que para el caso del cuerpo de la pata julia.

PROCESO XIII: ENSAMBLE

Se toma el tornillo, el casquillo, la arandela y el yunque de plástico se ensamblan en una máquina de pedal ayudado por un martillo. Se verifica que el nivelador armado no se gire y este bien sujeto. En esta etapa los flujos de entrada serán los provenientes de las salidas del proceso de acabado para cada una de las piezas, excepto el yunque de plástico ya que es comprado. Los flujos de salida serán los mismos de entrada ya que no se realizó ninguna transformación a las piezas. El equipo donde se realiza este proceso es el mostrado en la figura, este no requiere energía.



PROCESO XIV: EMPAQUE Y DESPACHOS

El nivelador se rosca en el cuerpo de la pata julia y se asegura que quede bien sujeto, luego se empaqueta en la bolsa de polietileno de baja densidad. Por cada 25 unidades se utiliza una caja.



ANEXO D. DATOS RECOLECTADOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS BALANCES DE MASA

- Datos entregados por la empresa

PROCESOS IV Y VII: TROQUELADO I Y II

	Unidades producidas	Entra [kg]	Sale [kg]	Pierde [kg]
Casquillos	5000	57	32	25
Arandela	10000	25	17	8

PROCESOS II, V, VIII Y XI: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO

Datos entregados por FANTAXÍAS para el proceso de galvanización en tambores por cada 8529kg de hierro procesados.

	NaCN [kg]	CuCN [kg]	Sal de Rochelle [kg]	Alkabright [L]	ÁnodosCu [kg]	Novaclean ZAM [L]	H ₂ SO ₄ [kg]
Desengrase electrolítico	-	-	-	-	-	19,3	-
Neutraliz. I	-	-	-	-	-	-	14,2
Baño de Cu	133,6	93,7	8	4,5	48,7	-	-
Neutraliz. II	-	-	-	-	-	-	14,2

Datos entregados por FANTAXÍAS para el proceso de galvanización en tambores por cada 7569 kg de hierro procesados.

	Alkabright [L]	NiCl ₂ [kg]	Ni SO ₄ [kg]	Base para Ni [L]	H ₃ BO ₃ [kg]	Ánodos(Ni) [kg]
Baño de Ni	102,8	5,5	15	50	5	107,6

Datos entregados por FANTAXÍAS para el proceso de galvanización en gancheras por cada 1829 Kg de aluminio procesados.

Baño	Sustancia usada	Cantidad
Desengrase por inmersión I	Bycleane A-11	15 [L]
Desengrase electrolítico	Desengrase Z-120	12,5 [kg]
Desengrase por inmersión II	Novaclean ZAP	4 [kg]
Neutraliz. I	Ac. Nítrico	15 [L]
Solución de Zincato	Sol. Zincato	30 [Gal]
Cobre Alcalino	Cobre metálico	9 [kg]
	Cianuro de cobre	26,7 [kg]
	Cianuro de sodio	36 [kg]
	Sal de Rochelle	12 [kg]
Neutraliz. II	Ac. Sulf.	6 [L]
Níquel Brillante	Sulfato de níquel	11[kg]
	Cloruro de níquel	6,6 [kg]
	Ácido bórico	4,6 [Gal]
	Contenido de Base	9 [L]
	Alkabright	15,8 [L]
	Níquel electrolítico	71 [kg]

PROCESO X: TORNO LICO

Varilla hexagonal 3/8 de 3 m.

Tramo utilizado por pieza: 25 mm

Peso del tramo: 15 g

Peso del tornillo terminado sin proceso galvánico: 6 g

Velocidad del trono lico: 120 unidades/ hora

Desperdicio: 60%

- Datos medidos dentro de la empresa

PRE-TRATAMIENTO MECÁNICO

PESOS ANTES DEL PULIDO I	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	80.1
PJ 2	79.8
PJ 3	79.9
PJ 4	79.7
PJ 5	79.8
PJ 6	79.3
PJ 7	79.1
PJ 8	79.9
PJ 9	80.4
PESO PROMEDIO	79.77

PESOS DESPUES DEL PULIDO I	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	79.5
PJ 2	79.2
PJ 3	79.3
PJ 4	79.2
PJ 5	79.3
PJ 6	78.7
PJ 7	78.6
PJ 8	79.4
PJ 9	78.8
PESO PROMEDIO	79.22

PESOS DESPUES DEL MONTAJE	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	78.3
PJ 2	78.2
PJ 3	78.2
PJ 4	78.1
PJ 5	78.1
PJ 6	77.6
PJ 7	77.6
PJ 8	78.2
PJ 9	78.6
PESO PROMEDIO	78.1

PESOS DESPUES DEL PULIDO II	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	77.9
PJ 2	77.8
PJ 3	77.9
PJ 4	77.8
PJ 5	77.8
PJ 6	77.3
PJ 7	77.1
PJ 8	77.9
PJ 9	78.2
PESO PROMEDIO	77.74

PESOS DESPUES DEL PULIDO CON LENGUETA	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	77.4
PJ 2	77
PJ 3	77.3
PJ 4	77.2
PJ 5	77.9
PJ 6	76.7
PJ 7	76.4
PJ 8	77.3
PJ 9	77.5
PESO PROMEDIO	77.11

PROCESO DE ACABADO I

PESOS ANTES DEL SATINADO	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	80
PJ 2	80
PJ 3	80.5
PJ 4	79
PJ 5	80
PJ 6	79.5
PJ 7	79.5
PJ 8	80.5
PJ 9	80.5
PESO PROMEDIO	79.94

PESOS DESPUES DEL SATINADO	
MUESTRA	PESO [g]
PJ 1	80
PJ 2	79
PJ 3	79.5
PJ 4	80
PJ 5	80
PJ 6	80.5
PJ 7	79
PJ 8	80.5
PJ 9	80
PESO PROMEDIO	79.83

LACADO CUERPO DE LA PATA JULIA

Se toman 2 partes de laca, 1 parte de endurecedor (catalizador) y 2 partes de thinner (disolvente). Usando una probeta se pudo estimar que estas 5 partes equivalen a un volumen de 200,84 mL. Una vez hecho el lacado, quedan 3,7 partes equivalentes a 148,62 mL.

PROCESO DE ACABADO II, III, IV

Para determinar los flujos a estas piezas, se tomaron 300 casquillos y se tomó una solución inicial de 350 mL, una vez realizado el proceso, quedo una solución de 290 mL. El consumo de la arandela y el tornillo, se estimó por medio de una relación de áreas superficiales.

ANEXO E. PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES Y CURVAS DE CALIBRACIÓN OBTENIDAS

Figura D1. Equipo de Absorción Atómica Perkin-Elmer utilizado para la determinación de metales pesados

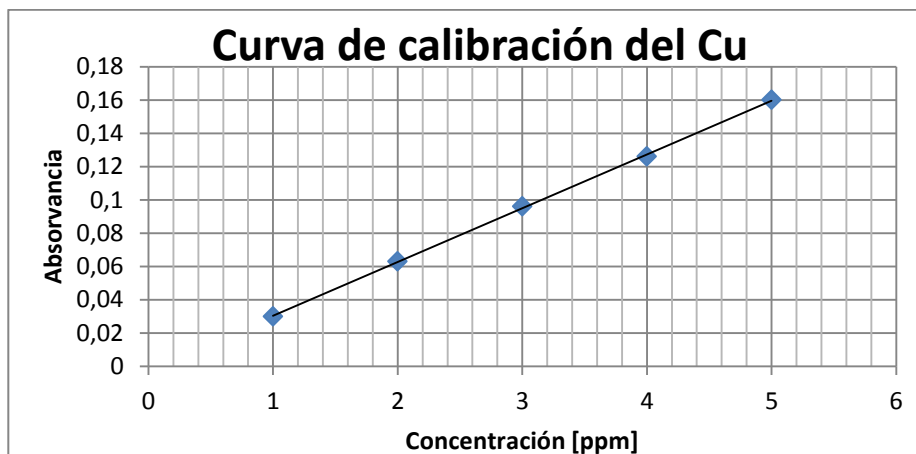


Como se puede apreciar en la figura de la derecha el patrón o muestra diluida era succionada por una pequeña manguera que el equipo tiene e inmediatamente se registraba su absorbancia. Las diluciones de las muestras y los patrones se hacían utilizando una micropipeta, un balón aforado de 25 mL y agua destilada.

METALES PROVENIENTES DE GALVANICA EN TAMBORES

- Cobre: el patrón utilizado para la curva de calibración es Nitrato de Cobre con una concentración de cobre de 1000 ppm. Se realizaron diluciones de éste para obtener concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 ppm.

La curva de calibración obtenida se muestra a continuación:

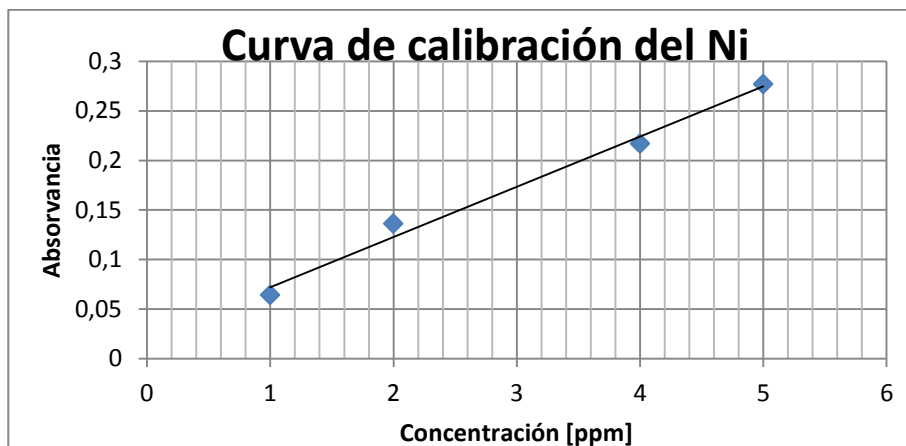


$$Abs = 0,0323C - 0,0019 \quad (ec. 4)$$

Con un $R^2=0,9997$ y donde Abs= Absorbancia; y C= Concentración [ppm]. Las lecturas de cada una de las muestras se muestran en la siguiente tabla. Los puntos 8 y 9 eran muestras de efluentes diluidas 50 y 10 veces respectivamente, por lo que los resultados obtenidos con la ecuación (4) tenían que ser multiplicados por estos valores. La tabla de resultados es la siguiente:

Muestra	Absorbancia	Concentración [ppm]
2. Desengrase por inmersión	0,043	1,390092879
3. Enjuague	0,022	0,73993808
4. Neutralizado	0,024	0,801857585
5. Enjuague tanque 1	0,026	0,86377709
8. Enjuague tanque 2 (diluido 50 veces)	0,137	215,0154799
9. Neutralizado (diluido en 10 veces)	0,078	24,73684211
10. Enjuague	0,214	6,684210526
13. Enjuague cascada a)	ND	--
14. Enjuague final	ND	--

- Níquel: el patrón utilizado para la curva de calibración es Nitrato de Níquel con una concentración de 0,01 M. Se hicieron diluciones de este para obtener concentraciones de 1, 2, 4 y 5 ppm. A continuación se muestra la curva de calibración y la ecuación característica.

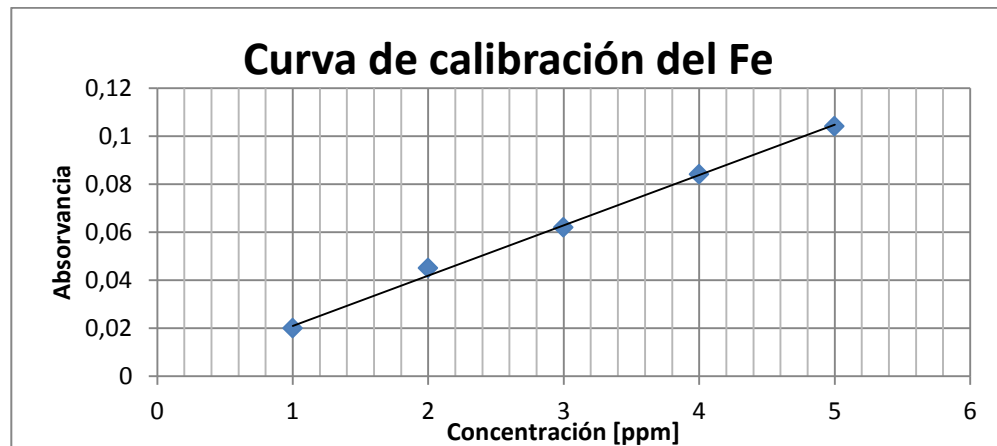


$$Abs = 0,0507C + 0,0214 \quad (ec. 5)$$

Con $R^2=0,9886$. Las muestras 8, 9, 10, 13a, 13b y 14 debieron diluirse a los valores que se muestran en la tabla. Los resultados se muestran a continuación:

Muestra	Absorbancia	Concentración [ppm]
2. Desengrase por inmersión	0,046	0,485207101
3. Enjuague	0,308	5,652859961
4. Neutralizado	0,36	6,678500986
5. Enjuague tanque 1	0,265	4,804733728
8. Enjuague tanque 2 (diluido 10 veces)	0,056	6,824457594
9. Neutralizado (diluido 50 veces)	0,17	146,5483235
10. Enjuague (diluido 10 veces)	0,264	47,85009862
13. Enjuague cascada a) (diluido 10 veces)	0,19	33,25443787
13. Enjuague cascada b) (diluido 50 veces)	0,376	349,704142
14. Enjuague final (diluido 10 veces)	0,131	21,617357

- Hierro: el patrón utilizado en este caso es el Nitrato de Hierro con una concentración de hierro de 1000 ppm. Se tuvieron que realizar diluciones de este para obtener concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 ppm para formar la curva de calibración la cual resultó ser:



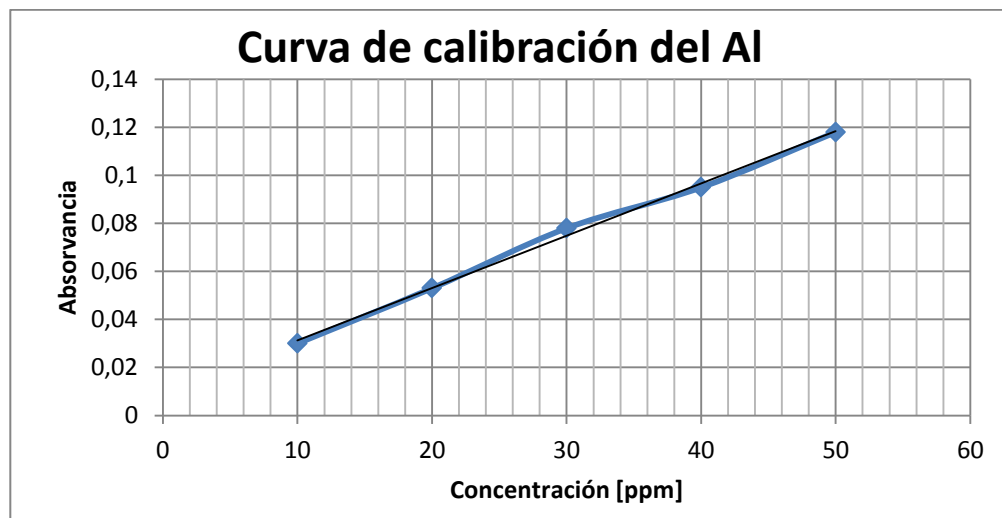
$$Abs = 0,0209C \quad (ec. 6)$$

Con $R^2=0,9972$. La siguiente tabla muestra las concentraciones en cada punto de interés, no fue necesario hacer diluciones de las muestras originales.

Muestra	A.A	Concentración [ppm]
2. Desengrase por inmersión	0,03	1,435
3. Enjuague	0,01	0,478
4. Neutralizado	0,086	4,115
5. Enjuague tanque 1	0,034	1,627
8. Enjuague tanque 2 (diluido 10 veces)	0,075	3,589
9. Neutralizado (diluido 50 veces)	0,063	3,014
10. Enjuague (diluido 10 veces)	0,047	2,249
13. Enjuague cascada a) (diluido 10 veces)	0,002	0,096
13. Enjuague cascada b) (diluido 50 veces)	0,018	0,861
14. Enjuague final (diluido 10 veces)	ND	ND

METALES PROVENIENTES DE GALVANICA EN GANCHERAS

- Aluminio: el patrón para este metal es el Nitrato de Aluminio con una concentración de aluminio de 1000 ppm. Este se diluyó para obtener concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 ppm y así construir la curva de calibración la cual se muestra a continuación:

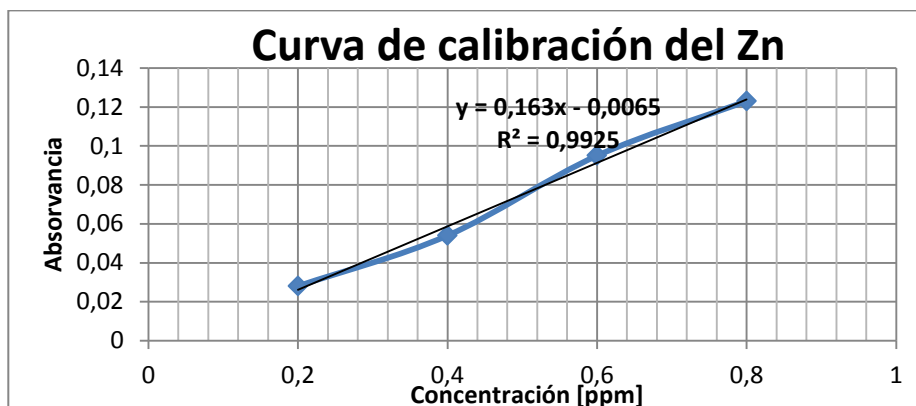


$$Abs = 0,0022C + 0,0094 \quad (ec.7)$$

Con $R^2 = 0,997$. Las muestras 3 y 10 fueron diluidas a los valores que se muestran en la tabla, por tanto los valores obtenidos por la ecuación 7 eran multiplicados por estos valores para obtener la verdadera concentración. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Muestra	A.A.	Concentración [ppm]
1.Desengrase por Inmersión I	0,116	48,455
2.Enjuague I	ND	0,000
3.Desengrase Electrolytico (diluido 100 veces)	0,024	663,636
4.Enjuague II	0,013	1,636
5.Desengrase por inmersión II	0,084	33,909
6.Enjuague Cascada I	ND	0,000
7.Neutralizado I (diluido 10 veces)	0,017	34,545
8.Enjuague Cascada II	ND	0,000
9.Enjuague Cascada III	ND	0,000
10.Enjuague Cascada IV	ND	0,000
11.Neutralizado II	ND	0,000
12.Enjuague Cascada V	ND	0,000
13.Enjuague Cascada VI	ND	0,000
14.Enjuague ultimo	ND	0,000

- Cinc: el patrón utilizado para este metal es Nitrato de Cinc, con una concentración de cinc de 1000 ppm. Este patrón fue llevado a concentraciones de 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 para obtener la curva de calibración, la cual se muestra a continuación:



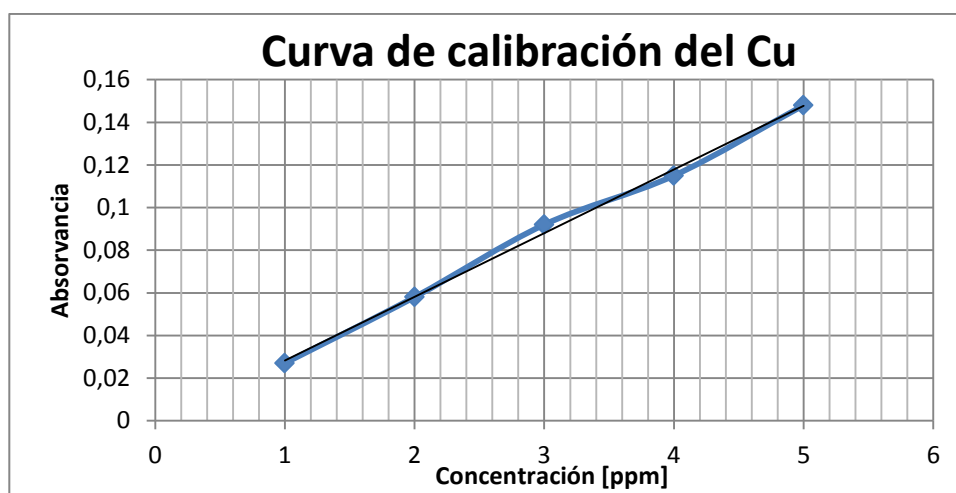
$$Abs = 0,163C + 0,0065 \quad (ec. 8)$$

Con $R^2 = 0,9925$. Las lecturas de las primeras muestras se despreciaron debido a que el valor era muy bajo y no estaba en el rango de la curva de calibración, en la siguiente tabla se puede observar que las muestras en las que se detectó lectura tuvieron que ser diluidas a 100 ppm para que el equipo hiciera una adecuada medición.

Muestra	A.A	Concentración [ppm]
1.Desengrase por Inmersión I	ND	0,000
2.Enjuague I	ND	0,000
3.Desengrase Electrolítico	ND	0,000
4.Enjuague II	ND	0,000
5.Desengrase por inmersión II	ND	0,000
6.Enjuague Cascada I	ND	0,000
7.Neutralizado I	ND	0,000
8.Enjuague Cascada II	ND	0,000
9.Enjuague Cascada III (diluida 100 veces)	0,051	27,301
10.Enjuague Cascada IV (diluida 100 veces)	0,027	12,577
11.Neutralizado II (diluido 100 veces)	0,041	21,166
12.Enjuague Cascada V (diluido 100 veces)	0,022	9,509

13.Enjuague Cascada VI	0,028	13,190
14.Enjuague ultimo	0,03	14,417

- Cobre: en este caso se utilizaron los mismos patrones usados en los efluentes de galvánica en tambores, obteniendo la siguiente curva de calibración y ecuación característica:

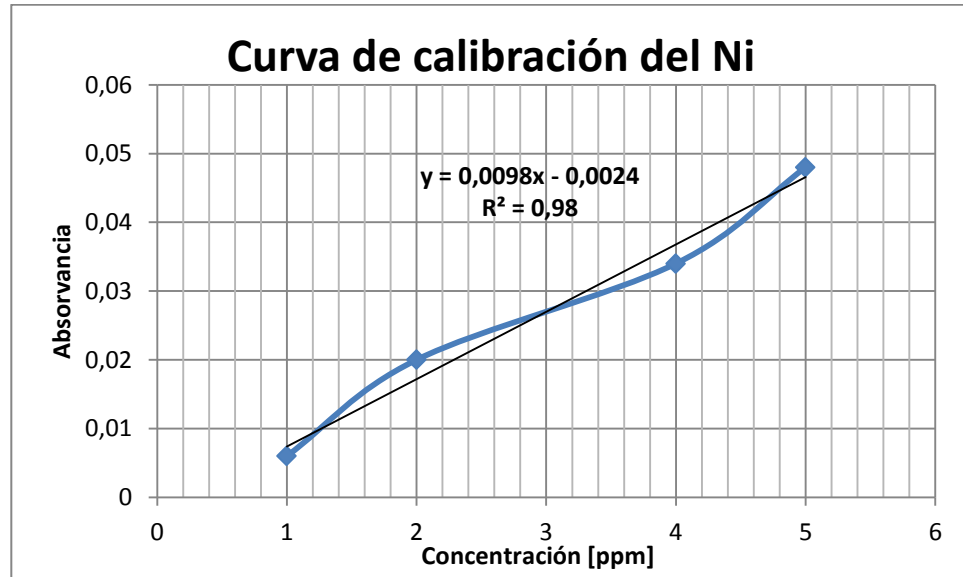


$$Abs = 0,0299C + 0,0017 \quad (ec. 9)$$

Los valores de absorción atómica de los efluentes anteriores en donde se realiza el recubrimiento con cobre fueron bastante bajas por lo que se despreciaron.

Muestras	A.A.	Concentración [ppm]
10.Enjuague Cascada IV	0,048	1,662
11.Neutralizado II (diluido 10 veces)	0,03	10,602
12.Enjuague Cascada V	0,126	4,271
13.Enjuague Cascada VI	ND	0,000
14.Enjuague ultimo	ND	0,000

- Níquel: al igual que en el anterior caso, se utilizaron los mismos patrones usados en la medición de los efluentes de galvánica en tambores, obteniendo la siguiente curva de calibración y ecuación característica:



$$Abs = 0,098C + 0,0024 \quad (ec. 10)$$

Únicamente se detectó este metal en los efluentes siguientes al recipiente donde se trabaja con este metal.

Muestra	A.A	Concentración [ppm]
13.Enjuague Cascada VI	0,033	3,612
14.Enjuague ultimo	0,006	0,857

ANEXO F. ANÁLISIS DE CIANUROS – LABORATORIO DE CONSULTAS INDUSTRIALES (UIS)

- Efluentes provenientes de los baños galvanicos en tambores

	LABORATORIO QUIMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	Código: F-PA-02	
	POST-ANALITICO	Versión: 05	
	INFORME DE RESULTADOS	Fecha: 2012/01/16	
		Página 1 de 6	



"Acreditación por el IDEAM según la Resolución No. 1659 de 2011, en los parámetros pH, DBO₅, DQO, SST, fenoles, SAAM, grasas y aceites en aguas, metales totales y disueltos en aguas, metales totales en suelos y toma de muestras puntuales y compuestas"



"Autorización del Ministerio de la Protección Social, mediante la resolución 5534 de 2010, para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano"

Informe de resultados No.	12-289	Fecha de emisión:	Junio 13 de 2012
Cliente:	PAOLA MARADEY		
Dirección del cliente:	Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Química		
Solicitud de servicio No.	12-295	No. de muestras:	10
Fecha de recepción de las muestras:	Junio 01 de 2012		
Muestras recibidas por:	Johanna Riveros		
Fecha de análisis:	Junio 05 de 2012		

1. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-01	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Desengrase por inmersión		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,035	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

2. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-02	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	<L.D.	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

L.D: Límite de Detección del cianuro 0,005 mg /L CN-

3. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-03	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Neutralizado		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,012	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

4. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-04	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague Tanque No 1		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,008	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

5. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-05	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague Tanque No 2		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	76,6	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

6. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-06	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Neutralizado		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	46,5	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

7. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-07	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	38,04	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

8. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-08	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague Cascada A		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,069	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

9. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-09	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague Cascada B		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,073	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

10. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-295-10	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	Enjuague Final		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Mayo 11 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	0,12	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

Observaciones: *Ninguna*

Nota 1: Estos resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas y reportadas por el laboratorio.

Nota 2: En caso de ser copia del resultado original se realizará la siguiente aclaración: Copia del resultado original.



Estimado cliente: Para nosotros es muy importante conocer sus inquietudes, sugerencias, felicitaciones, quejas y/o reclamos en los servicios prestados por el laboratorio, con el propósito de mejorar nuestros servicios. Le agradecemos que se comunique con el laboratorio, donde un miembro del personal amablemente recibirá su solicitud y pronto estaremos en comunicación con usted para aclarar y/o resolver su requerimiento.

Revisó y aprobó:



Luz Yolanda Vargas Fiallo
 Directora del Laboratorio
 Química. Msc Química UIS
 MP PQ 1144

Efluentes provenientes de los baños galvanicos en gancheras

	LABORATORIO QUÍMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	Código: F-PA-02	
	POST-ANALITICO	Versión: 05	
	INFORME DE RESULTADOS	Fecha: 2012/01/16 Página 1 de 4	



Acreditación por el IDEAM según la Resolución No. 1659 de 2011, en los parámetros pH, DBO₅, DQO, SST, fenoles, SAAM, grasas y aceites en aguas, metales totales y disueltos en aguas, metales totales en suelos y toma de muestras puntuales y compuestas



Autorización del Ministerio de la Protección Social, mediante la resolución 5534 de 2010, para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano

Informe de resultados No.	12-390	Fecha de emisión:	Agosto 09 de 2012
Cliente:	RAFAEL HUMBERTO JURADO / PAOLA MARADEY		
Dirección del cliente:	Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Química		
Solicitud de servicio No.	12-402	No. de muestras:	06
Fecha de recepción de las muestras:	Julio 31 de 2012		
Muestras recibidas por:	Johanna Riveros		
Fecha de análisis:	Julio 31 de 2012 – Agosto 09 de 2012		

1. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-402-01	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	1 Desengrase por inmersión		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Junio 25 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	<0,005	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D



2. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra:	12-402-02	Tipo de muestra:	Puntual
Identificación de la muestra:	13 Enjuague Tipo Cascada		
Matriz de la muestra:	Aguas de Producción		
Muestreo realizado por:	El Cliente		
Lugar y punto de muestreo:	Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química		
Fecha del muestreo:	Junio 25 de 2012		

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	6,7	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

L.D: Límite de Detección del cianuro 0,005 mg /L CN-

Ciudad Universitaria Carrera 27 Calle 9 – Edificio Camilo Torres/ Laboratorio 222
 Conmutador: (7) 6344000 Ext. 2465. Telefax: (7) 6349009
 Página web: <http://ciencias.uis.edu.co/lqci/> E-mail: laboratorioquimicodeconsultas@uis.edu.co
 Bucaramanga - Colombia

	LABORATORIO QUIMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	Código: F-PA-02	
	POST-ANALITICO	Versión: 05	
	INFORME DE RESULTADOS	Fecha: 2012/01/16 Página 2 de 4	

Informe de resultados No. 12-390

Solicitud de servicio No. 12-402

3. ANALISIS FISICOQUIMICO



Codificación de la Muestra: 12-402-03	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: 14 Neutralizado	
Matriz de la muestra: Aguas de Producción	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química	
Fecha del muestreo: Junio 25 de 2012	

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	41,3	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

4. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra: 12-402-04	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: 15 Enjuague Tipo Cascada	
Matriz de la muestra: Aguas de Producción	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química	
Fecha del muestreo: Mayo 11 de 2012	

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN/L)	25,9	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

	LABORATORIO QUÍMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES	Código: F-PA-02	
	POST-ANALITICO	Versión: 05	
	INFORME DE RESULTADOS	Fecha: 2012/01/16 Página 3 de 4	

Informe de resultados No. 12-390 Solicitud de servicio No. 12-402

5. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra: 12-402-05	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: 18 Enjuague Tipo Cascada	
Matriz de la muestra: Aguas de Producción	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química	
Fecha del muestreo: Junio 25 de 2012	

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN ⁷ /L)	20,6	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

6. ANALISIS FISICOQUIMICO

Codificación de la Muestra: 12-402-06	Tipo de muestra: Puntual
Identificación de la muestra: Enjuague último	
Matriz de la muestra: Aguas de Producción	
Muestreo realizado por: El Cliente	
Lugar y punto de muestreo: Universidad Industrial de Santander / Ingeniería Química	
Fecha del muestreo: Junio 25 de 2012	

PARAMETRO	RESULTADO	METODO
Cianuro (mg CN ⁷ /L)	8,3	Titrimétrico / SM 4500 –CN'D

ANEXO G. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA GRASAS Y ACITES

Figura G1. Montaje extracción líquido-líquido.



Figura G2. Rotoevaporador BUCHI R-200 utilizado para extraer el hexano



ANÁLISIS DE REPRODUCIBILIDAD DEL EXPERIMENTO

Muestra	Prueba	m vial seco [g]	m vial + extracto [g]	Grasas y aceites [g/10mL]	Total [g/10mL]	Total [g/mL]
3	1	2,3005	2,3019	0,001357	$1,3893 \cdot 10^{-3}$	$1,3893 \cdot 10^{-4}$
3	1	2,2663	2,266333	$3,23 \cdot 10^{-5}$		
3	2	2,3005	2,30181	$1,3058 \cdot 10^{-3}$	$1,4813 \cdot 10^{-3}$	$1,4813 \cdot 10^{-4}$
3	2	2,2663	2,26647	$1,755 \cdot 10^{-4}$		
3	3	5,0853	5,08673	$1,43 \cdot 10^{-3}$	$1,43 \cdot 10^{-3}$	$1,43 \cdot 10^{-4}$

De la tabla anterior se obtiene un promedio, $\bar{X} = 1,434 \cdot 10^{-4}$ y una desviación estándar, $\sigma = \pm 4,611 \cdot 10^{-6}$ [g/mL], por lo que se acepta el procedimiento elegido.

EFLUENTES PROVENIENTES DEL GALVANIZADO EN TAMBORES

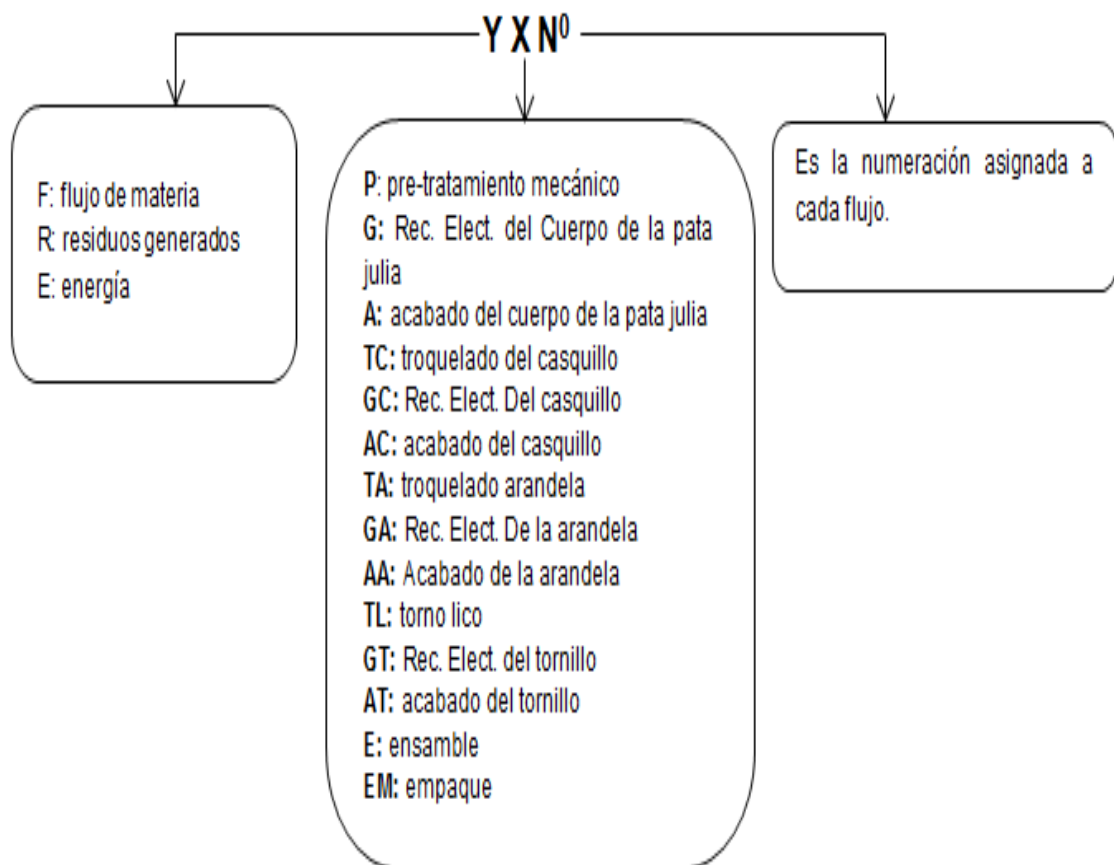
vial seco [g]	masa (vial + extracto)[g]	Total g. y aceites/10mL	g/ml	ppm
5,0853	5,087	0,00122	0,000122	122,450
	5,087	0,00144	0,000144	143,545
	5,087	0,00183	0,000183	183,000
	5,087	0,00160	0,000160	159,960
	5,086	0,00113	0,000113	113,040
	5,087	0,00142	0,000142	141,910
	5,086	0,00111	0,000111	111,180
	5,087	0,00150	0,000150	150,060
	5,087	0,00147	0,000147	146,520
	5,087	0,00136	0,000136	135,910

EFLUENTES PROVENIENTES DEL GALVANIZADO EN GANCHERAS

Vial seco [g]	masa (vial + extracto)	Total g. y aceites/10mL	g/ml	ppm
5,0853	5,087	0,0016	0,00016	157,450
	5,086	0,0009	0,00009	93,640
	5,087	0,0016	0,00016	159,000
	5,087	0,0017	0,00017	174,680
	5,087	0,0013	0,00013	133,780
	5,087	0,0014	0,00014	138,320
	5,087	0,0016	0,00016	163,840
	5,087	0,0014	0,00014	136,120
	5,086	0,0009	0,00009	91,360
	5,087	0,0015	0,00015	151,970
	5,086	0,0012	0,00012	118,300
	5,086	0,0008	0,00008	82,650
	5,087	0,0016	0,00016	158,700
	5,086	0,0010	0,00010	98,880
	5,086	0,0011	0,00011	105,850
	5,087	0,0019	0,00019	185,040
	5,087	0,0014	0,00014	141,050
	5,087	0,0012	0,00012	121,570

ANEXO H. NOMECLATURA USADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS FLUJOS

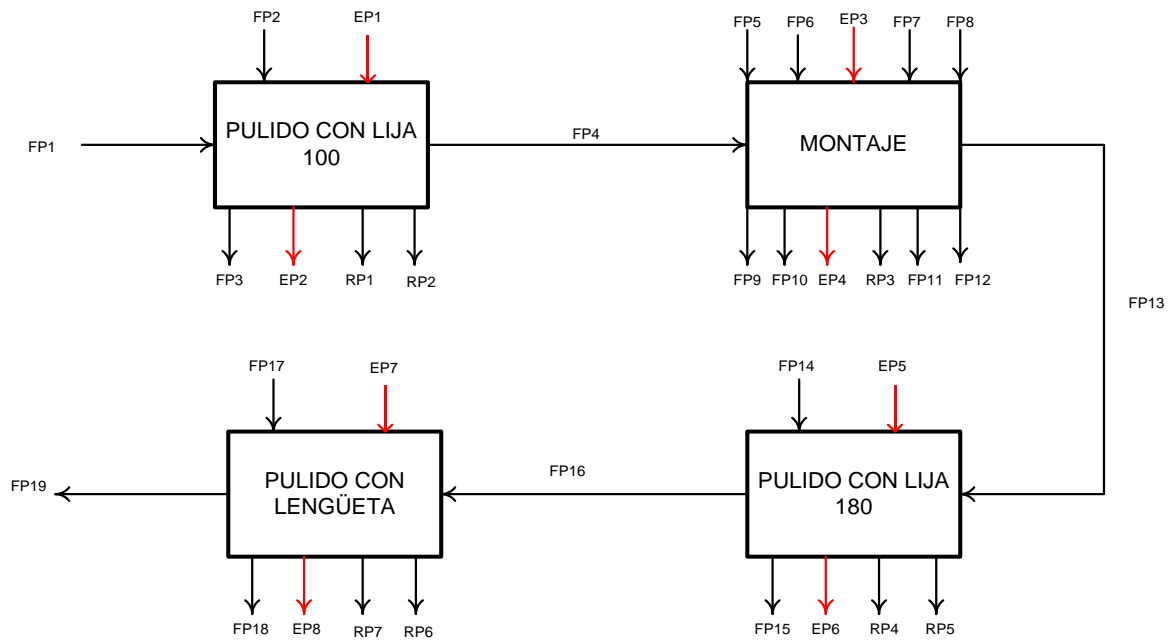
En los diagramas mostrados en el siguiente anexo, se puede apreciar cada uno de los flujos entrantes y salientes ya sean de masa o energía. Se utilizó la siguiente nomenclatura para identificar a cada flujo:



ANEXO I. DIAGRAMAS DE CADA ETAPA DEL PROCESO CON SUS RESPECTIVOS BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

- Cuerpo de la Pata Julia

PROCESO I: PRETRATAMIENTO MECÁNICO



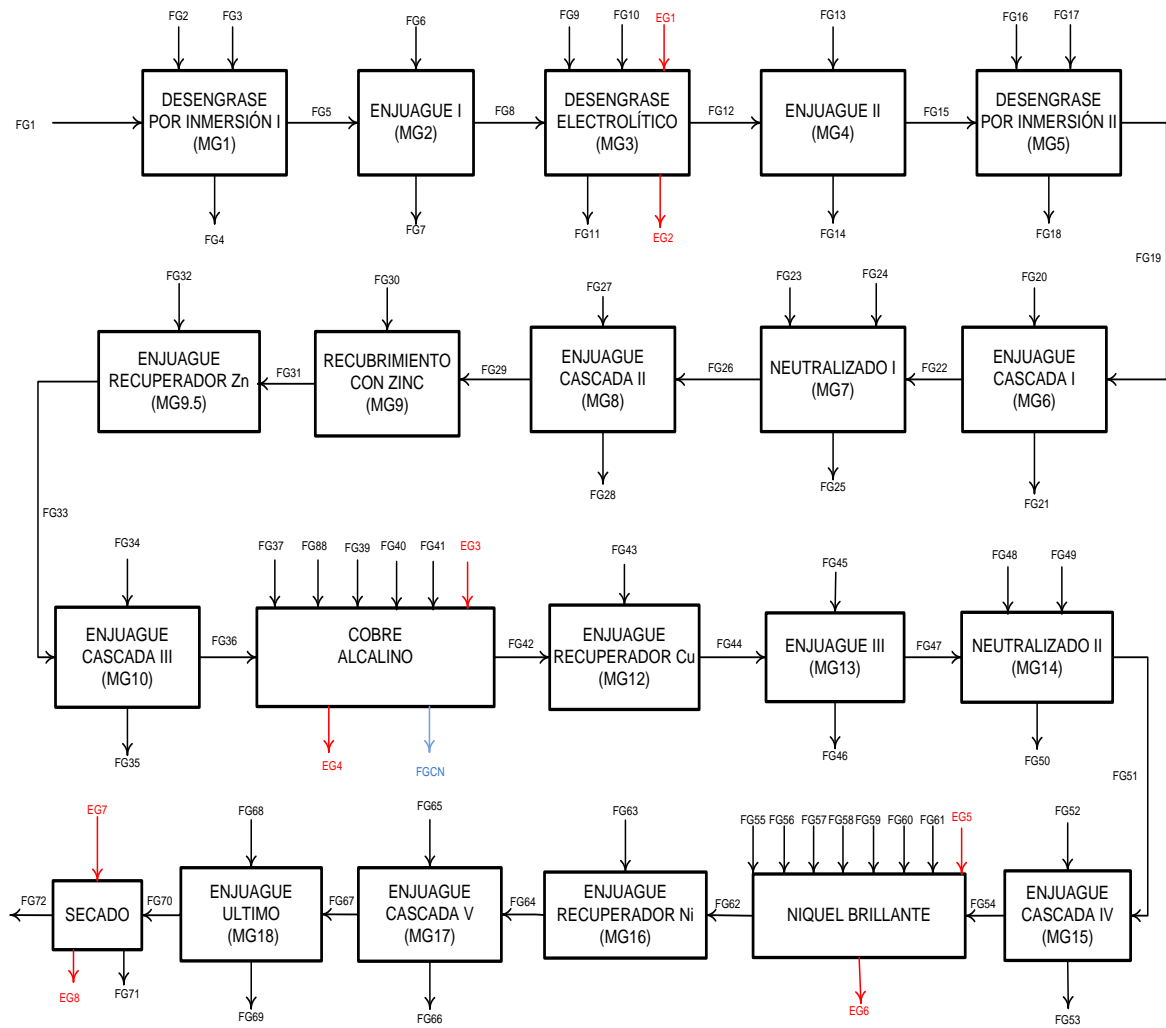
BALANCE DE ENERGÍA:

Proceso Unitario	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
PULIDO CON LIJA 100	4060	EP1	Energía para pulidora	220	3,8	5878,8
		EP2	Energía disipada + Energía útil	220	3,8	5878,8
MONTAJE	4200	EP3	Energía para el Taladro	220	3,4	5441,4
		EP4	Energía disipada + Energía útil	220	3,4	5441,4
PULIDO CON LIJA 180	2625	EP5	Energía para pulidora	220	3,8	3800,9
		EP6	Energía disipada + Energía útil	220	3,8	3800,9
PULIDO CON LENGÜETA	2350	EP7	Energía para pulidora	220	3,8	3402,8
		EP8	Energía disipada + Energía útil	220	3,8	3402,8

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cantidad [g]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [Kg]
PULIDO CON LIJA 100	FP1	Cuerpo de Pata Julia	7,980	Sólido	LIJA 100	0,0040
	FP2	Lija 100	3,3E-2	Sólido		
	FP3	Lija 100	2,9E-2	Sólido		
	FP4	Cuerpo de Pata Julia	7,920	Sólido		
	RP1	Polvo de lija	4E-3	Sólido		
	RP2	Partículas de aluminio	6E-2	Sólido		
MONTAJE	FP5	Broca de Fe de 5 mm	8,1E-3	Sólido	Broca 5 mm	0,0081
	FP6	Avellanador de 5/8 de 82	2E-2	Sólido	Broca 5.5 mm	0,0087
	FP7	Broca de Fe de 5.5 mm	8,7E-3	Sólido		
	FP8	Taladrina	3,9E-3	Líquido	Avellanador de 5/8	0,0200
	FP9	Broca de Fe de 5 mm	8,1E-3	Sólido		
	FP10	Broca de Fe de 5.5 mm	8,7E-3	Sólido		
	FP11	Avellanador de 5/8 de 82	2E-2	Sólido	Taladrina	0,0039
	FP12	Taladrina	3,9E-3	Líquido		
	FP13	Cuerpo de Pata Julia	7,810	Sólido		
RP3	Virutas de aluminio	1,1E-1	Sólido			
PULIDO CON LIJA 180	FP14	Lija 180	2,2E-2	Sólido	LIJA 180	0,0021
	FP15	Lija 180	1,9E-2	Sólido		
	FP16	Cuerpo de Pata Julia	7,774	Sólido		
	RP4	Partículas de aluminio	3,6E-2	Sólido		
	RP5	Polvo de lija	2,1E-3	Sólido		
PULIDO CON LENGÜETA	FP17	Lengüeta	7,1E-1	Sólido	LENGÜETA	0,2750
	FP18	Lengüeta	4,4E-1	Sólido		
	FP19	Cuerpo de Pata Julia	7,711	Sólido		
	RP6	Polvo de lengüeta	2,8E-2	Sólido		
	RP7	Partículas de aluminio	6,3E-2	Sólido		

PROCESO II: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	80	EG1	Energía para el D. E	220	1,8	31,68
		EG2	Energía disipada + Energía útil	220	1,8	31,68
COBRE ALCALINO	300	EG3	Energía para el CU	220	34	2244
		EG4	Energía disipada + Energía útil	220	34	2244
NIQUEL BRILLANTE	1200	EG5	Energía para el Ni	220	20	5280
		EG6	Energía disipada + Energía útil	220	20	5280
SECADO	600	EG7	Energía de Secado	220	10,2	2332,033
		EG8	Energía disipada + Energía útil	220	10,2	2332,033

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [kg]
DESENGRASE POR INMERSIÓN I	FG1	Cuerpo de Pata Julia	7,711	Sólido	Bycleane A-11	0,067
	FG2	Agua	3,2E-1	Líquido		
	FG3	Bycleane A-11	6,7E-2	Líquido		
	FG4	Efluente	3,8E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FG4	Agua	3,2E-1	Líquido	Agua	0,316
		Bycleane A-11	6,7E-2	Líquido		
		Otros	4,5E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	5,9E-5	Líquido		
	Residuo de Al	1,8E-5	Líquido			
ENJUAGUE I	FG6	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG7	Efluente	1,416	Líquido		
	sustancias presentes en FG7	Agua	1,413	Líquido		
		Otros	2,7E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,3E-4	Líquido		
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	FG9	Agua	1,060	Líquido	Desengras Z-120	0,052
	FG10	Desengras Z-120	5,3E-2	Sólido		
	FG11	Efluente	1,121	Líquido		
	sustancias presentes en FG11	Agua	1,060	Líquido	Agua	1,060
		Desengras Z-120	5,3E-2	Sólido		
		Otros	6,8E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,7E-4	Líquido		
	Residuo de Al	7,1E-4	Líquido			
ENJUAGUE II	FG13	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG14	Efluente	1,423	Líquido		
	sustancias presentes en FG14	Agua	1,413	Líquido		
		Otros	9,7E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,7E-4	Líquido		
		Residuo de Al	2,3E-6	Líquido		
DESENGRASE POR INMERSIÓN II	FG16	Agua	3,4E-1	Líquido	Novaclean ZAP	0,016
	FG17	Novaclean ZAP	1,7E-2	Sólido		
	FG18	Efluente	3,8E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FG18	Agua	3,4E-1	Líquido	Agua	0,337
		Novaclean ZAP	1,7E-2	Sólido		
		Otros	2,1E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	4,5E-5	Líquido		

		Residuo de Al	1,2E-5	Líquido		
ENJUAGUE CASCADA I	FG20	Agua	1,423	Líquido	Agua	1,426
	FG21	Efluente	1,426	Líquido		
	sustancias presentes en FG21	otros	2,6E-3	Líquido		
		Agua	1,4233	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,9E-4	Líquido		
NEUTRALIZADO I	FG23	Agua	3,2E-1	Líquido	Ácido Nítrico	0,094
	FG24	Ácido nítrico	9,5E-2	Líquido		
	FG25	Efluente	5,1E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FG25	Agua	3,2E-1	Líquido	Agua	0,316
		Ácido nítrico	9,5E-2	Líquido		
		Otros	1,7E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	6,2E-5	Líquido		
		Residuo de Al	9,1E-2	Líquido		
ENJUAGUE CASCADA II	FG27	Agua	1,423	Líquido	Agua	1,423
	FG28	Efluente	1,434	Líquido		
	sustancias presentes en FG28	Agua	1,423	Líquido		
		Otros	1,1E-2			
		Grasas y Aceites	1,9E-4	Líquido		
RECUBRIMIENTO CON ZINC	FG30	Solución de Zincato	6,3E-1	Líquido	Solución de Zincato	0,627
ENJUAGUE RECUPERADO Zn	FG32	Agua	1,423	Líquido	Agua	1,423
ENJUAGUE CASCADA III	FG34	Agua	1,423	Líquido	Agua	1,423
	FG35	Efluente	1,456	Líquido		
	sustancias presentes en FG35	Agua	1,423	Líquido		
		Otros	3,3E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,7E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	3,9E-5	Líquido		
COBRE ALCALINO	FG37	Agua	12,353	Líquido	Agua	12,353
	FG38	Cobre metálico	3,8E-2	Líquido	Cu metálic	0,037
	FG39	Cianuro de Cu	1,1E-1	Líquido	CN de Cu	0,112
	FG40	Cianuro de Na	1,5E-1	Líquido	CN de Na	0,151
	FG41	Sal de Rochelle	5,1E-2	Líquido	Sal de Rochelle	0,050
	FGCN	Emisiones Cianuro	0,111	Gas		
ENJUAGUE RECUPERADOR Cu	FG43	Agua	1,423	Líquido	Agua	1,423
ENJUAGUE CASCADA IV	FG45	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG46	Efluente	1,436	Líquido		
		Agua	1,413	Líquido		

	sustancias presentes en FG46	Otros	2,2E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,2E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	1,8E-5	Líquido		
		Residuo de CN	4,7E-6	Líquido		
		Residuo de Cu	2,4E-6	Líquido		
NEUTRALIZADO II	FG48	Agua	5,621	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,045
	FG49	Ácido Sulfúrico	4,6E-2	Líquido		
	FG50	Efluente	5,810	Líquido		
	sustancias presentes en FG50	Agua	5,621	Líquido	Agua	5,621
		Ácido Sulfúrico	4,6E-2	Líquido		
		Otros	1,4E-1	Líquido		
		Grasas y Aceites	5,6E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	1,2E-4	Líquido		
		Residuo de CN	2,3E-4	Líquido		
Residuo de Cu	6E-5	Líquido				
ENJUAGUE CASCADA V	FG52	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG53	Efluente	1,424	Líquido		
	sustancias presentes en FG53	Agua	1,413	Líquido		
		Otros	1,1E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,5E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	1,3E-5	Líquido		
		Residuo de CN	3,6E-5	Líquido		
		Residuo de Cu	6,1E-6	Líquido		
NIQUIEL BRILLANTE	FG55	Agua	1,038	Líquido	Agua	0,000
	FG56	Sulfato de Níquel	4,6E-2	Líquido	Sulfa de Ni	0,046
	FG57	Cloruro de Níquel	2,8E-2	Líquido	Cloru de Ni	0,027
	FG58	Ácido Bórico	1,9E-2	Líquido	Ác. Bórico	0,019
	FG59	Contenido de base	4,2E-2	Líquido	Cont. base	0,041
	FG60	Abrillantante	7E-2	Líquido	Abrillantte	0,069
	FG61	Ánodos de Níquel	9,3E-1	Sólido	Ánod de Ni	0,929
ENJUAGUE RECUPERADOR Ni	FG63	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
ENJUAGUE CASCADA VI	FG65	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG66	Efluente	1,426	Líquido		
	sustancias presentes en FG66	Agua	1,413	Líquido		
		Otros	1,3E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	2E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	1,8E-5	Líquido		
		Residuo de CN	2,9E-5	Líquido		

		Residuo de Ni	5,1E-6	Líquido		
ENJUAGUE ULTIMO	FG68	Agua	1,413	Líquido	Agua	1,413
	FG69	Efluente	1,425	Líquido		
	sustancias presentes en FG69	Agua	1,413	Líquido		
		Otros	1,1E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,7E-4	Líquido		
		Residuo de Zn	2,1E-5	Líquido		
		Residuo de CN	1,2E-5	Líquido		
	Residuo de Ni	1,2E-6	Líquido			
SECADO	FG70	Cuerpo de Pata Julia	8,309	sólido		
	FG71	Agua	3,2E-1	Líquido		
	FG72	Cuerpo de Pata Julia	7,990	sólido		

Para estimar las emisiones de cianuro, se determinó cuanto de este compuesto estaba entrando al baño de cobre como NaCN y como CuCN para ello se hicieron las siguientes relaciones:

150 g de NaCN se están consumiendo las 100 pata julias procesadas

$$150 \text{ g NaCN} * \frac{1 \text{ mol NaCN}}{48,99 \text{ g NaCN}} * \frac{1 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol NaCN}} * \frac{22,99 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 70,39 \text{ g Na}$$

$$150 \text{ g NaCN} * \frac{1 \text{ mol NaCN}}{48,99 \text{ g NaCN}} * \frac{1 \text{ mol CN}}{1 \text{ mol NaCN}} * \frac{26 \text{ g CN}}{1 \text{ mol CN}} = 79,61 \text{ g CN}$$

110 g de CuCN se están consumiendo las 100 pata julias procesadas

$$110 \text{ g CuCN} * \frac{1 \text{ mol CuCN}}{89,55 \text{ g CuCN}} * \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuCN}} * \frac{63,55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 78,06 \text{ g Cu}$$

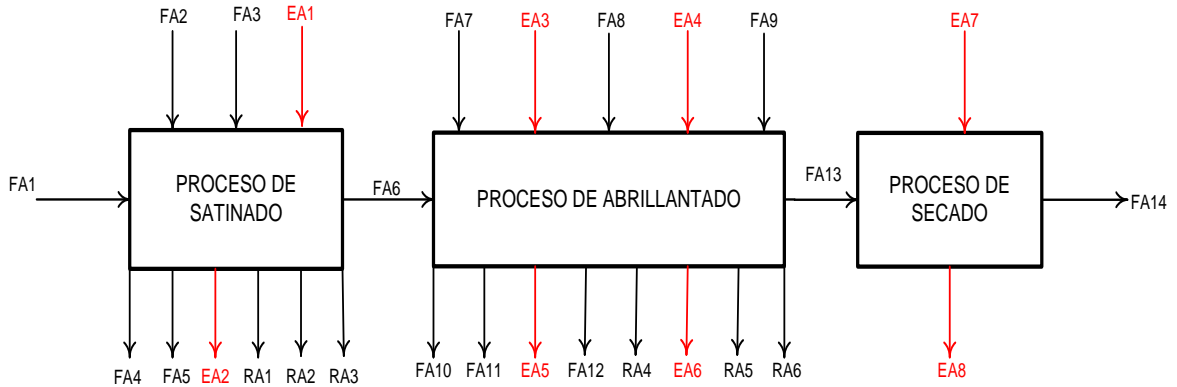
$$110 \text{ g NaCN} * \frac{1 \text{ mol CuCN}}{89,55 \text{ g CuCN}} * \frac{1 \text{ mol CN}}{1 \text{ mol CuCN}} * \frac{26 \text{ g CN}}{1 \text{ mol CN}} = 31,84 \text{ g CN}$$

En total están entrando 111,45 g de CN, a esta cantidad se le resta los valores de este compuesto encontrados en cada cuba y se asume que esta es la emisión de CN.

El valor de otros hace referencia a las sustancias que no fueron tenidas en cuenta en las caracterizaciones como los sólidos suspendidos, los compuestos utilizados en los baños de cobre y níquel, entre otros.

Este procedimiento se realizó a los recubrimientos realizados a las otras piezas.

PROCESO III: ACABADO I



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Vol. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
SATINADO	2322,22	EA1	Energía maq. satinadora	220	3	2654,656
		EA2	Energía disipada + E. útil	220	3	2654,656
LACADO	300	EA3	Energía para Paint zoom	220	2,7	308,651
		EA4	Energía para maq. Extrap.	220	1	114,315
		EA5	Energía disipada + E. útil	220	2,7	308,651
		EA6	Energía disipada + E. útil	220	1	114,315
				Con. Gas [m ³ /s]	Cp [KJ/m ³]	
SECADO	900	EA7	Energía de secado	1,52E-4	9580,9	1308,08
		EA8	calor por radiación	1,52E-4	9580,9	1308,08

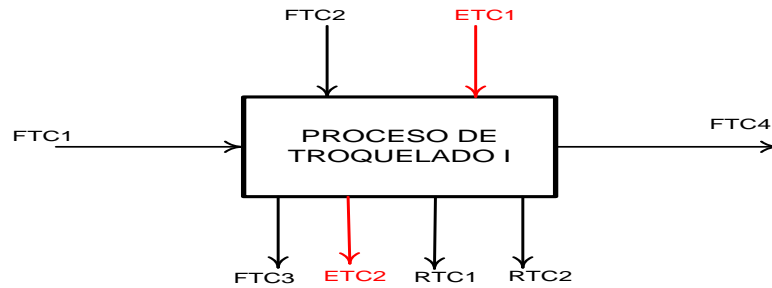
BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [kg]
SATINADO	FA1	Cuerpo de Pata Julia	7,990	Sólido	Pasta para satinar	0,295
	FA2	Pasta para satinar	1,400	Sólido		
	FA3	Felpa	1,351	Sólido		
	FA4	Pasta para satinar	1,105	Sólido	Felpa	0,002
	FA5	Felpa	1,349	Sólido		
	RA1	Residuo de pasta para satinar	2,9E-1	Sólido		
	RA2	Residuo de Felpa	2E-3	Sólido		

	RA3	Resido del recubrimiento	7E-3	Sólido			
LACADO	FA6	Cuerpo de Pata Julia	7,983	Sólido	Laca	0,204	
	FA7	Laca	7,8E-1	Líquido			
	FA8	Endurecedor	4,1E-1	Líquido			
	FA9	Thinner	6,9E-1	Líquido	Endurecedor	0,106	
	FA10	Laca	5,8E-1	Líquido			
	FA11	Endurecedor	3,1E-1	Líquido			
	FA12	Thinner	5,1E-1	Líquido			
		RA4	Residuo de laca	1,6E-1	Líquido	Thinner	0,179
		RA5	Residuo de endurecedor	8,2E-2	Líquido		
		RA6	Residuo de thinner	1,3E-1	Líquido		
SECADO	FA13	Cuerpo de Pata Julia	8,184	Sólido			
	FA14	Cuerpo de Pata Julia	8,061	Sólido			

- Casquillo

PROCESO IV: TROQUELADO I



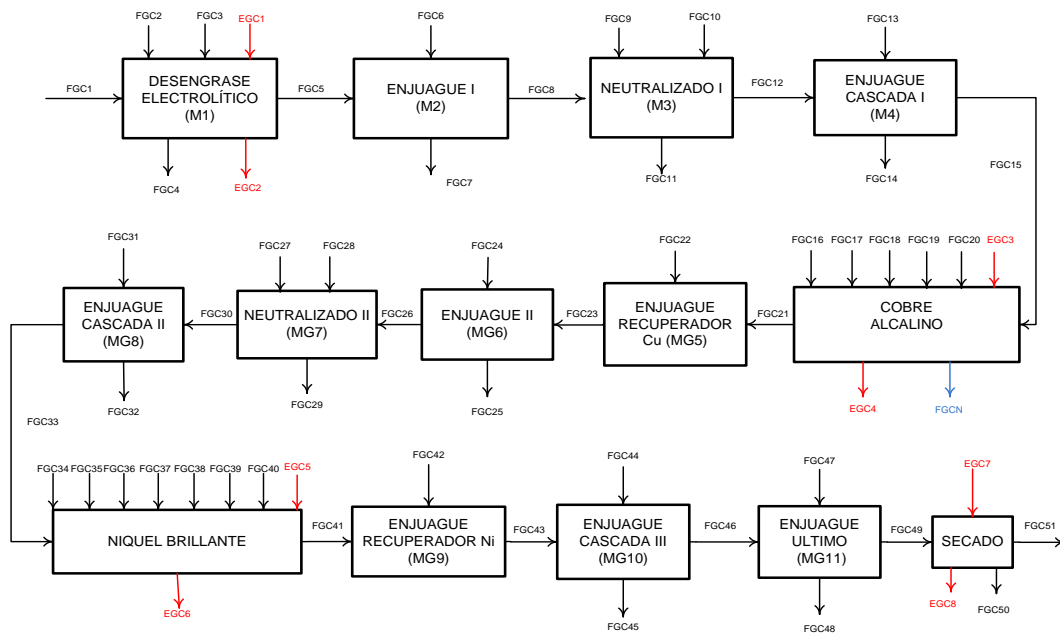
BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Am. [A]	Energía [kJ]
TROQUELADO	72	ETC1	Energía para Troquel	220	8	219,485
		ETC2	Energía disipada + Energía útil	220	8	219,485

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cantidad [kg]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [kg]
TROQUELADO 1	FTC1	Lámina de hierro	8,8E-1	Sólido	Lamina de hierro	0,880
	FTC2	Taladrina	3,350	Líquido		
	FTC4	Casquillo	4,5E-1	Sólido		
	FTC3	Taladrina	3,177	Líquido		
	RTC1	Residuo de hierro	3,8E-1	Sólido	Taladrina	0,173
	RTC2	Taladrina	1,7E-1	Líquido		

PROCESO V: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Vol. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
DESENGRASE	600	EGC1	Energía para el D. E	220	1,8	237,6
ELECTROLÍTICO		EGC2	Energía disipada + Energía útil	220	1,8	237,6

COBRE ALCALINO	2700	EGC3	Energía para el Cobrizado	220	34	20196
		EGC4	Energía disipada + Energía útil	220	34	20196
NIQUEL BRILLANTE	3600	EGC5	Energía para el Niquelado	220	20	15840
		EGC6	Energía disipada + Energía útil	220	20	15840
SECADO	300	EGC7	Energía de Secado	220	10,2	1166,016
		EGC8	Energía disipada + Energía útil	220	10,2	1166,016

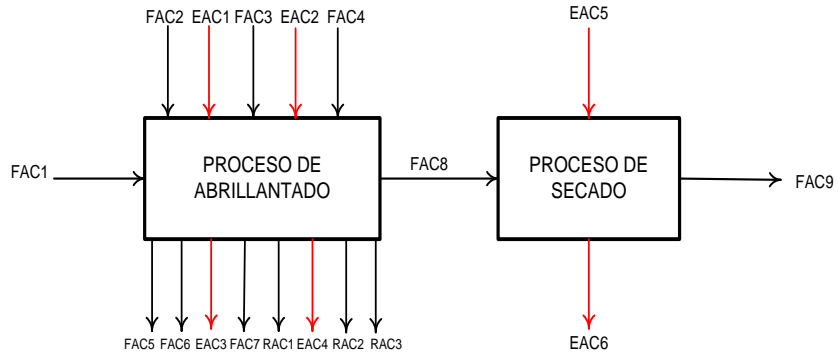
BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [kg]	
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	FGC1	Casquillo	4,9E-1	Sólido	Agua	0,0268	
	FGC2	Agua	2,7E-2	Líquido			
	FGC3	Novaclean ZAM	1,3E-3	Líquido			
	FGC4	Efluente	2,8E-2	Líquido			
	sustancias presentes en FGC4		Agua	2,7E-2	Líquido	Novaclean ZAM	0,0013
			Novaclean ZAM	1,4E-3	Líquido		
			otros	4,4E-5	Líquido		
			Grasas y Aceites	3,4E-6	Líquido		
			Residuos de CN	1E-10	Líquido		
			Residuos de Cu	3,9E-8	Líquido		
Residuos de Ni	1,4E-8	Líquido					
Residuos de Fe	4,1E-8	Líquido					
ENJUAGUE I	FGC6	Agua	9,1E-2	Líquido	Agua	0,0905	
	FGC7	Efluente	9,1E-2	Líquido			
	sustancias presentes en FGC7		Agua	9,1E-2			Líquido
			Otros	1,8E-4			Líquido
			Residuos de Cu	6,7E-8			Líquido
			Residuos de Ni	5,1E-7			Líquido
			Residuo Fe	4,3E-8			Líquido
			Grasas y Aceites	1,3E-5			Líquido
NEUTRALIZADO I	FGC9	Agua	1,1E-1	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,0008	
	FGC10	Ácido Sulfúrico	8,2E-4	Líquido			
	FGC11	Efluente	1,1E-1	Líquido			
	sustancias		Agua	1,1E-1			Líquido
			Ácido Sulfúrico	8,2E-4			Líquido
			Otros	3E-4			Líquido

	presentes en FGC11	Grasas y Aceites	2,1E-5	Líquido	Agua	0,1142
		Residuos de CN	1,4E-9	Líquido		
		Residuos de Cu	9,2E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	7,6E-7	Líquido		
		Residuo de Fe	4,7E-7	Líquido		
ENJUAGUE CASCADA I	FGC13	Agua	9,1E-2	Líquido	Agua	0,1142
	FGC14	Efluente	9,4E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC14	Agua	9,1E-2	Líquido		
		Otros	3,3E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,5E-5	Líquido		
		Residuos de CN	7,2E-9	Líquido		
		Residuos de Cu	7,8E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	4,4E-7	Líquido		
		Residuo de Fe	1,5E-7	Líquido		
COBRE ALCALINO	FGC16	Agua	0,148	Líquido	Agua	0,148
	FGC17	Cobre metálico	2,8E-3	Líquido	Cu metálico	0,0028
	FGC18	Cianuro de Cu	5,4E-3	Líquido	CN de Cu	0,0054
	FGC19	Cianuro de Na	7,7E-3	Líquido	CN de Na	0,0077
	FGC20	Sal de Rochelle	4,6E-4	Líquido	Sal de Rochelle	0,0004
	FGCN	Emisiones de CN	1,3E-2	Líquido		
ENJUAGUE RECUPERADOR Cu	FGC22	Agua	9,1E-2	Líquido	Agua	0,0906
ENJUAGUE II	FGC24	Agua	9E-2	Líquido	Agua	0,0905
	FGC25	Efluente	9,1E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC25	Agua	9E-2	Líquido		
		Otros	6,3E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,1E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	3,3E-7	Líquido		
		Residuos de CN	6,9E-6	Líquido		
		Residuos de Ni	6,2E-7	Líquido		
		Residuos de Cu	1,9E-5	Líquido		
NEUTRALIZADO II	FGC27	Agua	7,6E-2	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,0008
	FGC28	Ácido Sulfúrico	8,2E-4	Líquido		
	FGC29	Efluente	7,7E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC29	Agua	7,6E-2	Líquido		
		Ácido Sulfúrico	8,2E-4	Líquido		
		Otros	3,1E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	6,5E-8	Líquido		
		Residuo de Fe	2,3E-7	Líquido	Agua	0,0760

		Residuo de CN	3,6E-6	Líquido		
		Residuos de Ni	1,1E-5	Líquido		
		Residuos de Cu	1,9E-6	Líquido		
ENJUAGUE CASCADA II	FGC31	Agua	9E-2	Líquido	Agua	0,0905
	FGC32	Efluente	9,1E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC32	Agua	9E-2	Líquido		
		Otros	7,1E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,1E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	2,1E-7	Líquido		
		Residuos de CN	3,4E-6	Líquido		
		Residuos de Ni	4,3E-6	Líquido		
Residuos de Cu	6,1E-7	Líquido				
NIQUIEL BRILLANTE	FGC34	Agua	0,029	Líquido	Agua	0,029
	FGC35	Sulfato de Níquel	9,8E-4	Líquido	Sulfat de Ni	0,0009
	FGC36	Cloruro de Níquel	3,6E-4	Líquido	Clorur de Ni	0,0003
	FGC37	Ácido Bórico	3,3E-4	Líquido	Ácido Bórico	0,0003
	FGC38	Contenido de base	3,5E-3	Líquido	Cont. base	0,0035
	FGC39	Abrillantante	7E-3	Líquido	Abrillantant	0,0070
	FGC40	Ánodos de Níquel	1,421	Sólido	Ánodos d Ni	1,421
ENJUAGUE RECUPERADOR Ni	FGC42	Agua	9E-2	Líquido	Agua	0,0906
ENJUAGUE CASCADA III	FGC44	Agua	9E-2	Líquido	Agua	0,0905
	FGC45	Efluente	9,1E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC45	Agua	9E-2	Líquido		
		Otros	2,4E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,3E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	8,7E-8	Líquido		
		Residuos de CN	1,3E-8	Líquido		
Residuos de Ni	3,5E-5	Líquido				
ENJUAGUE ULTIMO	FGC47	Agua	9,1E-2	Líquido	Agua	0,0905
	FGC48	Efluente	9,1E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGC48	Agua	9,1E-2	Líquido		
		Otros	7,6E-5	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,2E-5	Líquido		
		Residuo de CN	1,1E-8	Líquido		
		Residuo de Ni	2E-6	Líquido		
SECADO	FGC49	Casquillo	5,3E-1	Sólido		
	FGC50	Agua	2,1E-2	Líquido		
	FGC51	Casquillo	5,1E-1	Sólido		

PROCESO VI: ACABADO II



BALANCE DE ENERGIA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt.[V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
LACADO	177,777	EAC1	Energía para Paint zoom	220	2,7	182,904
		EAC2	Energía para maq. Extract.	220	1	67,742
		EAC3	Energía disipada + E. útil	220	2,7	182,904
		EAC4	Energía disipada + E. útil	220	1	67,742
				Con. Gas [m ³ /s]	Cp [kJ/m ³]	
SECADO	900	EAC5	Energía de secado	1,52E-4	9580,9	1308,08
		EAC6	calor por radiación	1,52E-4	9580,9	1308,08

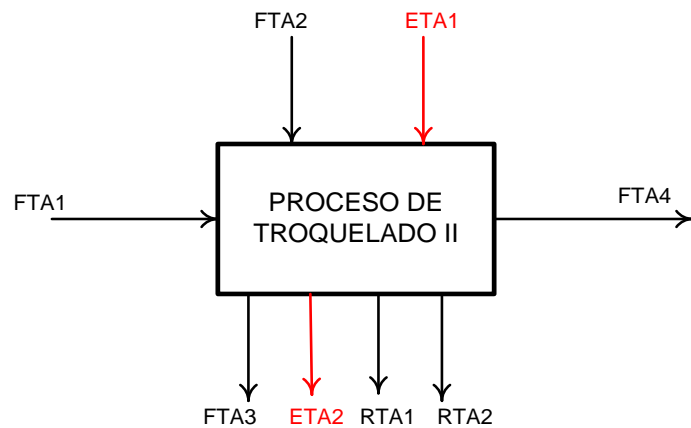
BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Consumida [kg]
LACADO	FAC1	Casquillo	5,1E-1	Sólido	Laca	0,0034
	FAC2	Laca	1,4E-1	Líquido		
	FAC3	Endurecedor	7,2E-2	Líquido		
	FAC4	Thinner	1,2E-1	Líquido		
	FAC5	Laca	1,3E-1	Líquido	Endurecedor	0,0018
	FAC6	Endurecedor	7E-2	Líquido		
	FAC7	Thinner	1,2E-1	Líquido		
	RAC1	Residuo de laca	3,4E-3	Líquido	Thinner	0,0030
	RAC2	Res. de endurecedor	1,8E-3	Líquido		
RAC3	Residuo de thinner	3E-3	Líquido			
SECADO	FAC8	Casquillo	5,2E-1	Sólido		

	FAC9	Casquillo	5,1E-1	Sólido		
--	------	-----------	--------	--------	--	--

- Arandela

PROCESO VII: TROQUELADO II



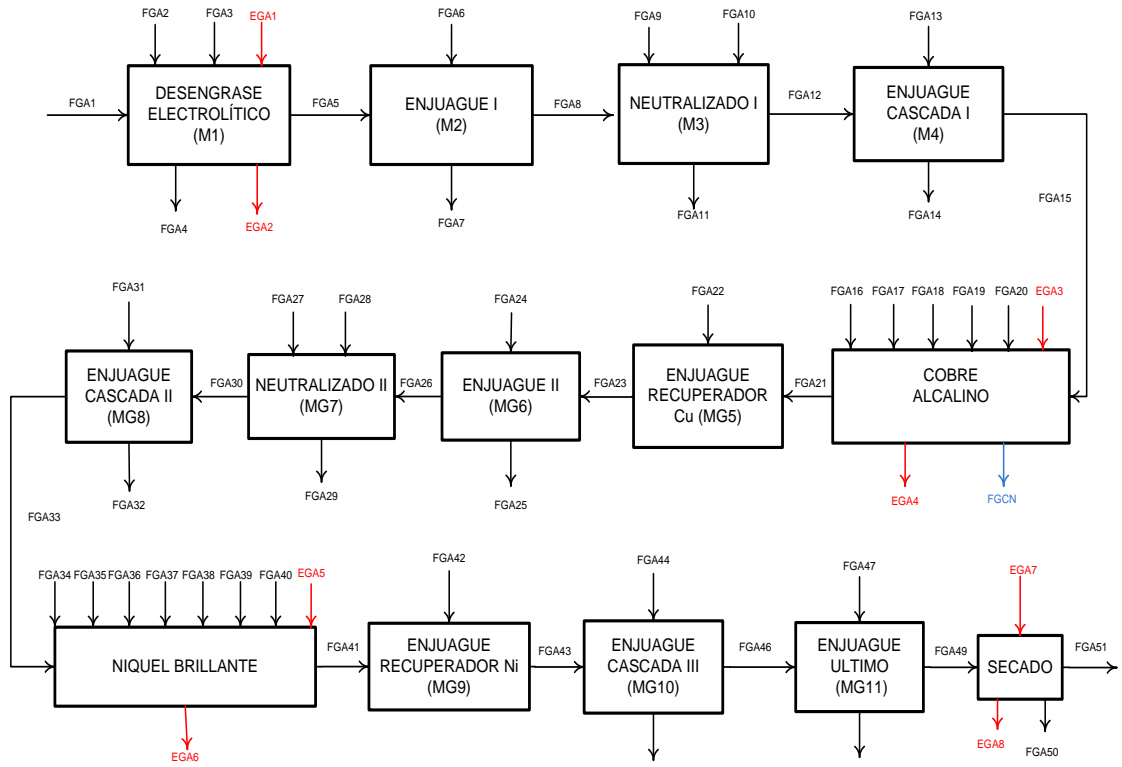
BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
TROQUELADO	36	ETA1	Energía para Troquel	220	8	109,742
		ETA2	Energía disipada + Energía útil	220	8	109,742

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cantidad [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Consumida [kg]
TROQUELADO II	FTA1	Lamina de hierro	0,147	Sólido	Lamina de hierro	0,1470
	FTA2	Taladrina	1,675	Líquido		
	FTA3	Taladrina	1,588	Líquido		
	FTA4	Arandela	0,100	Sólido	Taladrina	0,0867
	RTA1	Residuo de hierro	0,047	Sólido		
	RTA2	Taladrina	0,086	Líquido		

PROCESO VIII: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Voltaje [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	600	EGA1	Energía para el D. E	220	1,8	237,6
		EGA2	Energía disipada + Energía útil	220	1,8	237,6
COBRE ALCALINO	2700	EGA3	Energía para el Cobrizado	220	34	20196
		EGA4	Energía disipada + Energía útil	220	34	20196
NIQUEL BRILLANTE	3600	EGA5	Energía para el Niquelado	220	20	15840
		EGA6	Energía disipada + Energía útil	220	20	15840
SECADO	300	EGA7	Energía de Secado	220	10,2	1166,016
		EGA8	Energía disipada + Energía útil	220	10,2	1166,016

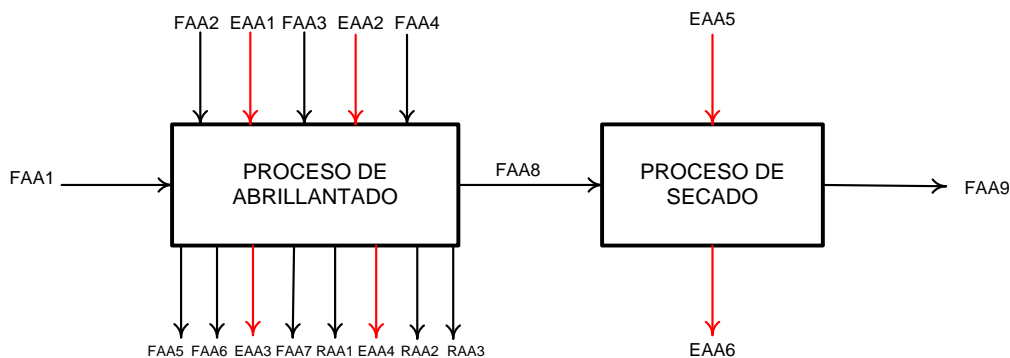
BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corriente del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Consumida [kg]	
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	FGA1	Arandela	1E-1	Sólido	Agua	0,00543088	
	FGA2	Agua	5,4E-3	Líquido			
	FGA3	Novaclean ZAM	2,7E-4	Líquido			
	FGA4	Efluente	5,7E-3	Líquido			
	sustancias presentes en FGA4	Agua	Agua	5,4E-3	Líquido	Novaclean ZAM	0,00027326
		Novaclean ZAM	Novaclean ZAM	2,7E-4	Líquido		
		otros	otros	8,8E-6	Líquido		
		Grasas y Aceites	Grasas y Aceites	6,9E-7	Líquido		
		Residuos de Cu	Residuos de Cu	7,9E-9	Líquido		
		Residuos de Ni	Residuos de Ni	2,7E-9	Líquido		
Residuos de CN		Residuos de CN	2E-10	Líquido			
Residuos de Fe	Residuos de Fe	8,1E-9	Líquido				
ENJUAGUE I	FGA6	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,01833	
	FGA7	Efluente	18E-2	Líquido			
	sustancias presentes en FGA7	Agua	Agua	1,8E-2			Líquido
		otros	otros	3,5E-5			Líquido
		Residuos de Cu	Residuos de Cu	1,4E-8			Líquido
		Residuos de Ni	Residuos de Ni	1,1E-7			Líquido
		Residuos Fe	Residuos Fe	8,8E-9			Líquido
Grasas y Aceites	Grasas y Aceites	2,6E-6	Líquido				
NEUTRALIZADO I	FGA9	Agua	2,3E-2	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,0001665	
	FGA10	Ácido Sulfúrico	1,7E-4	Líquido			
	FGA11	Efluente	2,3E-2	Líquido			
	sustancias presentes en FGA11	Agua	Agua	2,3E-2	Líquido	Agua	0,02312
		Ácido Sulfúrico	Ácido Sulfúrico	1,7E-4	Líquido		
		otros	otros	2,3E-2	Líquido		
		Grasas y Aceites	Grasas y Aceites	4,3E-6	Líquido		
		Residuos de CN	Residuos de CN	3E-10	Líquido		
		Residuos de Cu	Residuos de Cu	1,8E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	Residuos de Ni	1,5E-6	Líquido		
Residuos de Fe	Residuos de Fe	9,5E-8	Líquido				
ENJUAGUE CASCADA I	FGA13	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,01833	
	FGA14	Efluente	1,9E-2	Líquido			
	Agua	Agua	1,8E-2	Líquido			
	otros	otros	6,7E-4	Líquido			

	sustancias presentes en FGA14	Grasas y Aceites	2,9E-6	Líquido		
		Residuos de CN	1,5E-9	Líquido		
		Residuos de Cobre	1,6E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	8,8E-8	Líquido		
		Residuos de Fe	2,9E-8	Líquido		
COBRE ALCALINO	FGA16	Agua	0,031	Líquido	Agua	0,031
	FGA17	Cobre metálico	5,7E-4	Líquido	Cu metálico	0,000571
	FGA18	Cianuro de Cu	1,1E-3	Líquido	CN de Cu	0,001098
	FGA19	Cianuro de Na	1,6E-3	Líquido	CN de Na	0,001566
	FGA20	Sal de Rochelle	9,4E-5	Líquido	Sal d Rochell	0,000094
	FGCN	Emisiones de CN	2,7E-3	Gas		
ENJUAGUE RECUPERADOR Cu	FGA22	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,0183
ENJUAGUE II	FGA24	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,01833
	FGA25	Efluente	1,9E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGA25	Agua	1,8E-2	Líquido		
		otros	1E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,1E-6	Líquido		
		Residuos de Fe	6,6E-8	Líquido		
		Residuos de CN	1,4E-6	Líquido		
		Residuos de Ni	1,3E-7	Líquido		
		Residuos de Cu	3,9E-6	Líquido		
NEUTRALIZADO II	FGA27	Agua	1,5E-2	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,0001665
	FGA28	Ácido Sulfúrico	1,7E-4	Líquido		
	FGA29	Efluente	1,5E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGA29	Agua	1,5E-2	Líquido		
		Ácido Sulfúrico	1,7E-4	Líquido		
		otros	6,1E-5	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,2E-6	Líquido		
		Residuos de Fe	4,7E-8	Líquido		
		Residuos de CN	7,2E-7	Líquido		
	ENJUAGUE CASCADA II	FGA31	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua
FGA32		Efluente	1,9E-2	Líquido		
sustancias presentes		Agua	1,8E-2	Líquido		
		otros	1,4E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,1E-6	Líquido		
	Residuos de Fe	4,1E-8	Líquido			

	en FGA32	Residuos de CN	6,9E-7	Líquido		
		Residuos Ni	8,7E-7	Líquido		
		Residuos de Cu	1,2E-7	Líquido		
NIQUIEL BRILLANTE	FGA34	Agua	6E-3	Líquido	Agua	0,0062
	FGA35	Sulfato de Níquel	1,9E-4	Líquido	Sulfato d Ni	0,000198
	FGA36	Cloruro de níquel	7,3E-5	Líquido	Cloruro d Ni	0,000073
	FGA37	Ácido Bórico	6,6E-5	Líquido	Ácido Bórico	0,000066
	FGA38	Contenido de base	7,2E-4	Líquido	Cont. d base	0,000715
	FGA39	Abrillantante	1,4E-3	Líquido	Abrillantant	0,0014
	FGA40	Ánodos de Níquel	1,4E-3	Sólido	Ánodos d Ni	0,0014
ENJUAGUE RECUPERADOR Ni	FGA42	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,0183
ENJUAGUE CASCADA III	FGA44	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,01833135
	FGA45	Efluente	1,9E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGA45	Agua	1,8E-2	Líquido		
		otros	4,8E-5	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,7E-6	Líquido		
		Residuos de Fe	1,8E-8	Líquido		
		Residuos de CN	2,6E-9	Líquido		
Residuos de Ni	7,1E-6	Líquido				
ENJUAGUE ULTIMO	FGA47	Agua	1,8E-2	Líquido	Agua	0,01833135
	FGA48	Efluente	1,8E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGA48	Agua	1,8E-2	Líquido		
		otros	1,5E-5	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,5E-6	Líquido		
		Residuos de CN	2,2E-9	Líquido		
		Residuos de Ni	3,9E-7	Líquido		
SECADO	FGA49	Arandela	1,1E-1	Sólido		
	FGA50	Agua	4,1E-3	Líquido		
	FGA51	Arandela	1E-1	Sólido		

PROCESO IX: ACABADO III



BALANCE DE ENERGÍA:

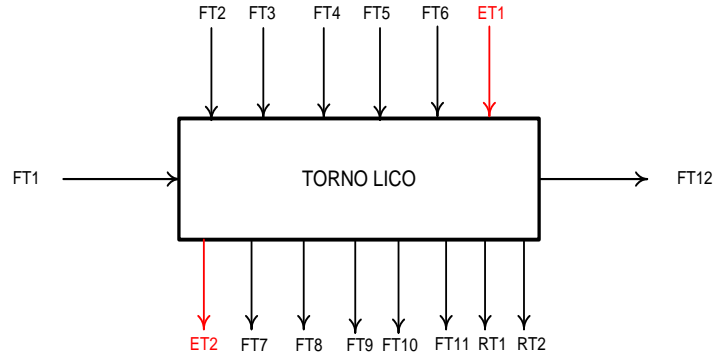
Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
LACADO	88,888	EAA1	Energía para Paint zoom	220	2,7	91,4522
		EAA2	Energía para maq. Extract.	220	1	33,8712
		EAA3	Energía disipada + E. útil	220	2,7	91,4522
		EAA4	Energía disipada + E. útil	220	1	33,8712
				Con. Gas [m ³ /s]	Cp [KJ/m ³]	
SECADO	900	EAA5	Energía de secado	1,52E-4	9580,9	1308,08
		EAA6	calor por radiación	1,52E-4	9580,9	1308,08

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Cons. [kg]
LACADO	FAA1	Arandela	0,103	Sólido	Laca	0,0033
	FAA2	Laca	0,137	Líquido		
	FAA3	Endurecedor	0,071	Líquido		
	FAA4	Thinner	0,120	Líquido		
	FAA5	Laca	0,133	Líquido	Endurecedor	0,0007
	FAA6	Endurecedor	0,070	Líquido		
	FAA7	Thinner	0,117	Líquido		
	RAA1	Residuo de laca	0,003	Líquido	Thinner	0,0028
	RAA2	Residuo de endurecedor	0,001	Líquido		
	RAA3	Residuo de thinner	0,002	Líquido		
SECADO	FAA8	Arandela	0,105	Sólido		
	FAA9	Arandela	0,104	Sólido		

- Tornillo

PROCESO X: TORNO LICO



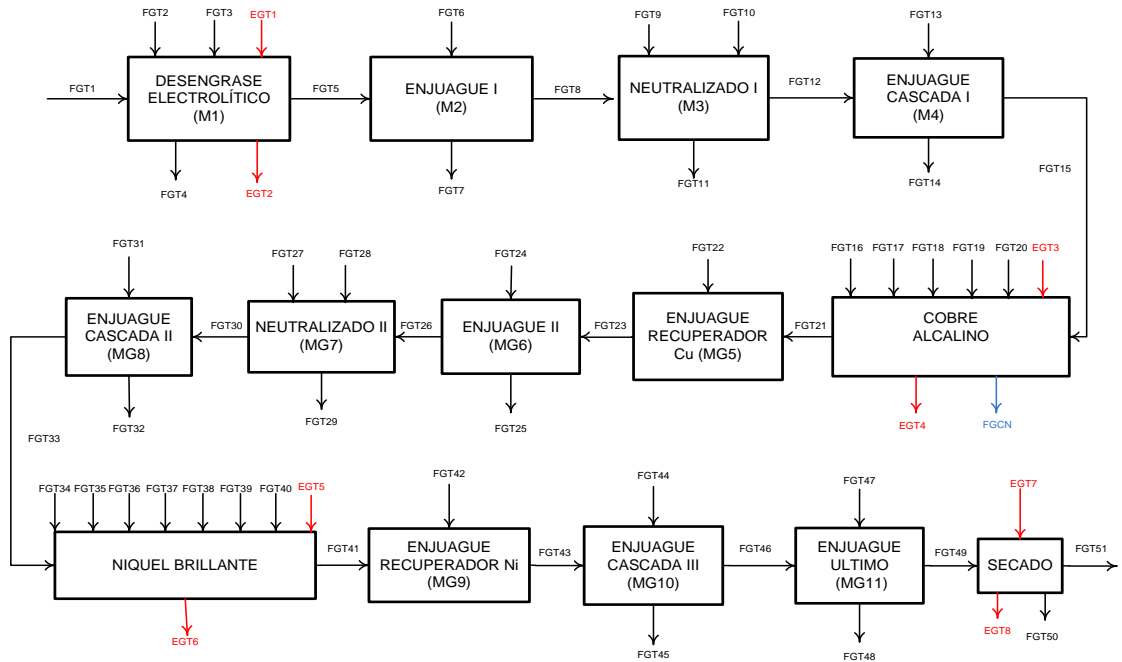
BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
TORNO LICO	3000	ET1	Energía para el Torno Lico	220	5,8	6630,2905
		ET2	Energía disipada + Energía útil	220	5,8	6630,2905

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en cada corriente	Cantidad [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Consumida [kg]
TORNOLICO	FTL1	Varilla de hierro (3/8)	1,500	Sólido	Varilla de hierro (3/8)	1,5000
	FTL2	Taladrina	3,546	Líquido		
	FTL3	Buril 1	0,290	Sólido		
	FTL4	Buril 2	0,290	Sólido	Buriles	0,8700
	FTL5	Buril 3	0,290	Sólido		
	FTL6	Tarraja	0,100	Sólido		
	FTL7	Buril 1	0,100	Sólido	Tarraja	0,1000
	FTL8	Buril 2	0,100	Sólido		
	FTL9	Buril 3	0,100	Sólido		
	FTL10	Tarraja	0,100	Sólido	Taladrina	0,0062
	FTL11	Taladrina	3,541	Líquido		
	FTL12	Tornillo	0,600	Sólido		
	RTL1	Partículas de hierro	0,900	Sólido	Taladrina	0,006
	RTL2	Taladrina	0,006	Líquido		

PROCESO XI: RECUBRIMIENTO ELECTROLÍTICO



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Volt. [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	600	EGT1	Energía para el D. E	220	1,8	237,6
		EGT2	Energía disipada + Energía útil	220	1,8	237,6
COBRE ALCALINO	2700	EGT3	Energía para el Cobrizado	220	34	20196
		EGT4	Energía disipada + Energía útil	220	34	20196
NIQUEL BRILLANTE	3600	EGT5	Energía para el Niquelado	220	20	15840
		EGT6	Energía disipada + Energía útil	220	20	15840
SECADO	300	EGT7	Energía de Secado	220	10,2	1166,016
		EGT8	Energía disipada + Energía útil	220	10,2	1166,016

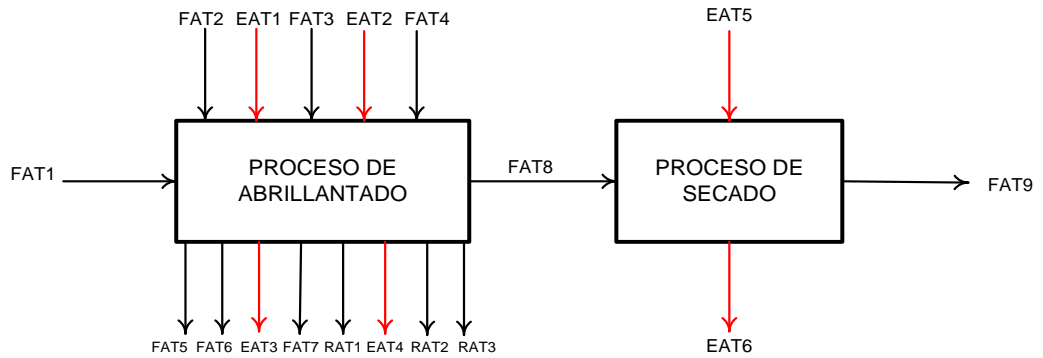
BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Cons. [kg]
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	FGT1	Tornillo	6E-1	Sólido	Agua Novaclean ZAM	0,032585 0,001639
	FGT2	Agua	3,3E-2	Líquido		
	FGT3	Novaclean ZAM	1,6E-3	Líquido		
	FGT4	Efluente	4,1E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGT4	Agua	3,3E-2	Líquido		
		Novaclean ZAM	1,6E-3	Líquido		
		otros	6,8E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	4,2E-6	Líquido		
		Residuo Cu	4,7E-8	Líquido		
		Residuo Ni	1,6E-8	Líquido		
Residuo de Cianuro	1,2E-9	Líquido				
Residuo de Fe	4,9E-8	Líquido				
ENJUAGUE I	FGT6	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,10998
	FGT7	Efluente	11E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT7	Agua	11E-1	Líquido		
		otros	2,1E-4	Líquido		
		Residuos de Cu	8,1E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	6,2E-7	Líquido		
		Residuos Fe	5,3E-8	Líquido		
Grasas y Aceites	1,6E-5	Líquido				
NEUTRALIZADO I	FGT9	Agua	1,4E-1	Líquido	Ácido Sulfúrico Agua	0,000999 0,13872
	FGT10	Ácido Sulfúrico	1E-3	Líquido		
	FGT11	Efluente	1,4E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT11	Agua	1,4E-1	Líquido		
		Ácido Sulfúrico	1E-3	Líquido		
		otros	3,6E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	2,5E-5	Líquido		
		Residuos de CN	1,7E-9	Líquido		
		Residuos de Cu	1,1E7	Líquido		
		Residuos de Ni	9,3E-7	Líquido		
Residuos de Fe	5,7E-7	Líquido				
ENJUAGUE CASCADA I	FGT13	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,10998
	FGT14	Efluente	1,2E-1	Líquido		

		Agua	1,1E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT14	otros	4E-3	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,7E-5	Líquido		
		Residuos de CN	8,8E-9	Líquido		
		Residuos de Cobre	9,5E-8	Líquido		
		Residuos de Níquel	5,3E-7	Líquido		
		Residuos de Fe	1,8E-7	Líquido		
COBRE ALCALINO	FGT16	Agua	1,8E-1	Líquido	Agua Cu metálico CN de Cu CN de Na Sal d Rochell	0,18110 0,003426 0,006588 0,009396 0,000563
	FGT17	Cobre metálico	3,4E-3	Líquido		
	FGT18	Cianuro de Cu	6,6E-3	Líquido		
	FGT19	Cianuro de Na	9,4E-3	Líquido		
	FGT20	Sal de Rochelle	5,6E-4	Líquido		
	FGCN	Emisiones de CN	1,6E-2	Gas		
ENJUAGUE RECUPERADOR Cu	FGT22	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,1100
ENJUAGUE II	FGT24	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,10998
	FGT25	Efluente	1,1E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT25	Agua	11E-1	Líquido		
		otros	7,6E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,2E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	3,9E-7	Líquido		
		Residuos de CN	8,4E-6	Líquido		
		Residuos de Ni	7,5E-7	Líquido		
Residuos de Cu	2,4E-5	Líquido				
NEUTRALIZADO II	FGT27	Agua	9,2E-2	Líquido	Ácido Sulfúrico	0,000999
	FGT28	Ácido Sulfúrico	1E-3	Líquido		
	FGT29	Efluente	9,4E-2	Líquido		
	sustancias presentes en FGT29	Agua	9,2E-2	Líquido	Agua	0,0924
		Ácido Sulfúrico	1E-3	Líquido		
		otros	3,7E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,3E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	2,8E-7	Líquido		
		Residuos de CN	4,3E6	Líquido		
		Residuos de Ni	1,3E-5	Líquido		
		Residuos de Cu	2,3E-6	Líquido		
ENJUAGUE CASCADA II	FGT31	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,10998
	FGT32	Efluente	1,1E-1	Líquido		
		Agua	1,1E-1	Líquido		

	sustancias presentes en FGT32	otros	8,6E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,2E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	2,5E-7	Líquido		
		Residuos de CN	4,2E-6	Líquido		
		Residuos Ni	5,3E-6	Líquido		
		Residuos de Cu	7,4E-7	Líquido		
NIQUIEL BRILLANTE	FGT34	Agua	3,5E-2	Líquido	Agua	3,5E-2
	FGT35	Sulfato de Níquel	1,2E-3	Líquido	Sulfato d Ni	0,001189
	FGT36	Cloruro de níquel	4,4E-4	Líquido	Cloruro d Ni	0,000436
	FGT37	Ácido Bórico	3,9E-4	Líquido	Ácido Bórico	0,000396
	FGT38	Contenido de base	4,3E-3	Líquido	Cont. d base	0,004291
	FGT39	Ánodos de Níquel	8,5E-3	Líquido	Abrillantant	0,0014
	FGT40	Abrillantante	8,5E-3	Líquido	Ánodos d Ni	0,0014
ENJUAGUE RECUPERADOR Ni	FGT42	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,1100
ENJUAGUE CASCADA III	FGT44	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,109988
	FGT45	Efluente	1,1E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT45	Agua	1,1E-1	Líquido		
		otros	2,9E-4	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,6E-5	Líquido		
		Residuos de Fe	1,1E-7	Líquido		
		Residuos de CN	1,5E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	4,2E-5	Líquido		
ENJUAGUE ULTIMO	FGT47	Agua	1,1E-1	Líquido	Agua	0,109988
	FGT48	Efluente	1,1E-1	Líquido		
	sustancias presentes en FGT48	Agua	1,1E-1	Líquido		
		otros	9,3E-5	Líquido		
		Grasas y Aceites	1,5E-5	Líquido		
		Residuos de CN	1,3E-8	Líquido		
		Residuos de Ni	2,4E-6	Líquido		
SECADO	FGT49	Tornillo	6,4E-1	sólido		
	FGT50	Agua	2,5E-2	Líquido		
	FGT51	Tornillo	6,1E-1	sólido		

PROCESO XII: ACABADO IV



BALANCE DE ENERGÍA:

Subproceso	Tiempo [s]	Corrientes	Descripción	Voltaje [V]	Amp. [A]	Energía [kJ]
LACADO	88,888	EAT1	Energía para Paint zoom	220	2,7	91,4522
		EAT2	Energía para maq. Extract.	220	1	33,8712
		EAT3	Energía disipada + E. útil	220	2,7	91,4522
		EAT4	Energía disipada + E. útil	220	1	33,8712
				Con. Gas [m ³ /s]	Cp [kJ/m ³]	
SECADO	900	EAT5	Energía de secado	1,52E-4	9580,9	1308,08
		EAT6	calor por radiación	1,52E-4	9580,9	1308,08

BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cantidad [kg]	Estado	Insumo	Cant. Cons. [kg]
LACADO	FAT1	Tornillo	0,611	Sólido	Laca	0,0028
	FAT2	Laca	0,137	Líquido		
	FAT3	Endurecedor	0,071	Líquido		
	FAT4	Tiner	0,120	Líquido		
	FAT5	Laca	0,134	Líquido	Endurecedor	0,0012
	FAT6	Endurecedor	0,070	Líquido		
	FAT7	Tiner	0,117	Líquido		
	RAT1	Residuo de laca	0,002	Líquido	Tiner	0,0025
	RAT2	Residuo de endurecedor	0,001	Líquido		
	RAT3	Residuo de thinner	0,002	Líquido		
SECADO	FAT8	Tornillo	0,618	Sólido		
	FAT9	Tornillo	0,614	Sólido		

PROCESO XIII: ENSAMBLE



BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cantidad [kg]	Unidades	Insumo	Cantidad Consumida [kg]
ENSAMBLE	FE1	Cuerpo de Pata Julia	8,061	Kg	Yunque de plástico	0,500
	FE2	Casquillo	0,515	Kg		
	FE3	Arandela	0,104	Kg		
	FE4	Tornillo	0,614	Kg		
	FE5	Yunque de plástico	0,500	Kg		
	FE6	Pata Julia	9,795	Kg		

PROCESO XIV: EMPAQUE



BALANCE DE MASA:

Proceso Unitario	Corrientes del proceso	Sustancias involucradas en la corriente	Cant. [kg]	Estado	Insumo	Cantidad Cons. [kg]
EMPAQUE	FEM1	Pata Julia	9,795	Sólido	Cartón	0,704
	FEM2	Polietileno de baja densidad	0,500	Sólido		
	FEM3	Cartón	0,704	Sólido	Bolsa de polietileno	0,500
	FEM4	Producto empacado	10,999	Sólido		

ANEXO J. DENSIDADES DE LAS SUSTANCIAS QUE SE ENCONTRABAN EN ESTADO LÍQUIDO Y DE LOS EFLUENTES DE LA SECCIÓN DE GALVÁNICA

SUSTANCIAS QUE SE ENCONTRABAN EN ESTADO LÍQUIDO

SUSTANCIAS	DENSIDAD [g/mL]
TALADRINA	0,936
BYCLEANE A-12	2,072
NOVACLEANE ZAM	1,201
ÁCIDO NÍTRICO	1,500
SOLUCIÓN DE ZINCATO	1,310
ÁCIDO SULFÚRICO	1,800
CONTENIDO DE BASE	1,083
ABRILLANTANTE	1,040
LACA	0,979
ENDURECEDOR	1,022
TINER	0,858

EFLUENTES DE GALVÁNICA EN TAMBORES

EFLUENTES (TAMBORES)	DENSIDAD [g/mL]
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	1,010
ENJUAGUE I	1,002
NEUTRALIZADO I	1,006
ENJUAGUE CASCADA I	1,037
ENJUAGUE II	1,007
NEUTRALIZADO II	1,009
ENJUAGUE CASCADA II	1,008
ENJUAGUE CASCADA III	1,003
ENJUAGUE ÚLTIMO	1,001

EFLUENTES DE GALVÁNICA EN GANCHERAS

EFLUENTES (GANCHERAS)	DENSIDAD [g/mL]
DESENGRASE POR INMERSIÓN I	1,024
ENJUAGUE I	1,002
DESENGRASE ELECTROLÍTICO	1,057
ENJUAGUE II	1,007
DESENGRASE POR INMERSIÓN II	1,110
ENJUAGUE CASCADA I	1,002
NEUTRALIZADO I	1,328
ENJUAGUE CASCADA II	1,008
ENJUAGUE CASCADA III	1,023
ENJUAGUE CASCADA IV	1,016
NEUTRALIZADO II	1,029
ENJUAGUE CASCADA V	1,008
ENJUAGUE CASCADA VI	1,009
ENJUAGUE ÚLTIMO	1,008

ANEXO K. NORMATIVIDADES AMBIENTALES POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE COLOMBIA

- EMISIÓN DE RUIDO Y RUIDO AMBIENTAL

Resolución 627 del 07 de abril del 2006

Por el cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

- VERTIMIENTOS AGUAS RESIDUALES:

Resolución No 1074 del 28 de Octubre de 1997

Todo vertimiento de residuos líquidos a la red de alcantarillado público y/o a un cuerpo de agua, deberá cumplir con los estándares establecidos en la siguiente tabla:

PARAMETRO	EXPRESADA COMO	NORMA (mg/l)
Arsénico	As (mg/l)	0,1
Bario	Ba (mg/l)	5,0
Cadmio	Cd (mg/l)	0,003
Carbonatos	Agente Activo (mg/l)	0,1*
Cianuro	CN (mg/l)	1,0
Cinc	Zn (mg/l)	5,0
Cloroformo Extracto de carbón	ECC (mg/l)	1,0
Cobre	Cu (mg/l)	0,25
Compuestos fenólicos	Fenol (mg/l)	0,2
Compuestos Organoclorados	Concentración de agente Activo	0,05*
Compuestos Organofosforados	Concentración de agente Activo	0,1*
Cromo hexavalente	Cr+6 (mg/l)	0,5
Cromo total	Cr total (mg/l)	1,0
DBO ₅	(mg/l)	1000*
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1,0
Difenil Policlorados	Concentración de agente Activo	ND**
DQO	(mg/l)	2000
Grasas y Aceites	(mg/l)	100
Manganeso	Mn (mg/l)	0,12
Mercurio	Hg (mg/l)	0,02
Mercurio orgánico	Hg (mg/l)	ND**
Níquel	Ni (mg/l)	0,2
PH	Unidades	5-9
Plata	Ag (mg/l)	0,5
Plomo	Pb (mg/l)	0,1
Selenio	Se (mg/l)	0,1
Sólidos Sedimentables	SS (mg/l)	2,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST (mg/l)	800
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono (mg/l)	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono (mg/l)	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno (mg/l)	1,0
Temperatura	Grados Centígrado (°C)	<30°
Tensoactivos (SAAM)	(mg/l)	0,5