



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

**ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN
LOS DECAPADOS I Y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN
CALIENTE DE SIDOR. C.A.**

Br:Anduz G. Yohanis M.

C.I: 20.807.637

PUERTO ORDAZ, FEBRERO 2013

**ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN
LOS DECAPADOS I Y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN
CALIENTE DE SIDOR. C.A.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

**ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN
LOS DECAPADOS I Y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN
CALIENTE DE SIDOR, C.A.**

BR. YOHANIS M. ANDUZ G.

**Informe de Pasantías presentado ante el
Departamento de Ingeniería Industrial
del Vicerrectorado Puerto Ordaz como
parte de los requisitos para aprobar la
Práctica Profesional.**

TUTOR INDUSTRIAL

Ing. Yndhira Rodríguez

TUTOR ACADÉMICO

MSc. Ing. Iván J. Turmero

PUERTO ORDAZ, FEBRERO 2013

Anduz García, Yohanis M.

**ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO
EN LOS DECAPADOS I Y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN
CALIENTE DE SIDOR, C.A.**

108 Pág.

Práctica Profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”
Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico:

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Bibliografía **Pág. 83.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Práctica Profesional presentado por la ciudadana: **Yohanis María Anduz García**, portadora de la Cédula de Identidad N° **V-20.807.637**, titulado: **“ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN LOS DECAPADOS I y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE DE SIDOR, C.A”**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

Ciudad Guayana, Febrero 2013.

MSc. Ing. Iván Turmero

Tutor Académico

Ing. Yndhira Rodríguez

Tutor Industrial



DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de investigación a Dios, por ser mi guía en cada momento de mi vida y por darme toda la energía necesaria para lograr la realización de esta meta.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todo el trayecto de mi vida, en especial en la ejecución de esta pasantía, por estar siempre a mi lado y por darme las herramientas necesarias para desarrollarme como persona.

A mi queridísimo profesor guía Iván J. Turmero Astros por otorgarme parte de su tiempo para asesorarme y por su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO.

A **DIOS**, agradezco por darme salud, paciencia y fuerza, para alcanzar con mucha dedicación este logro.

A **mis padres**, por apoyarme y motivarme en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A **Jomar Caraballo y a Juan Carlos Millán** por su compañía y consejos en los momentos difíciles.

A **laUNEXPO**, por ser mí casa de estudio y permitirme fortalecer mis destrezas y ampliar mis conocimientos.

A mi **tutor académico** Ing. Iván J. Turmero Astros, porque ha sido una gran ayuda, me ha sabido entender, aconsejar y guiar en este proceso.

A **los técnicos de proceso**, en especial al Técnico Julio Castellano por brindarme todo su apoyo en mi estadía en la empresa.

A **los ing.** Andrés Campos, José Centeno, Jesús Castrellón, Elpidio Gómez y Oscar Herrera por su gran ayuda en el desarrollo de mi trabajo.

A **mis amigos de pasantía** por su ayuda incondicional y por los buenos momentos compartidos.

A **la Empresa Sidor**, por darme la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos.

Gracias a Todos...



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**ANÁLISIS DEL DESVÍO DE CONSUMO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO EN
LOS DECAPADOS I Y II DE LA GERENCIA DE LAMINACIÓN EN
CALIENTE DE SIDOR. C.A.**

AUTOR: Yohanis M. Anduz G.

TUTOR ACADÉMICO: MSc.Ing. Iván Turmero.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Yndhira Rodríguez.

FECHA: Febrero 2013.

RESUMEN

El presente Trabajo tuvo por objeto analizar el desvío de consumo de ácido clorhídrico en los Decapados I y II de la Gerencia de Laminación en Caliente de Sidor, C.A. Fue un estudio de tipo no experimental y se consideró de tipo descriptivo, evaluativo y aplicado, debido a que todo se hizo bajo un enfoque sistemático a través de la descripción, análisis y la interpretación del proceso de decapado, se apoya en una investigación de campo, ya que no solo se basó en observar, sino recolectar los datos necesarios directamente de la realidad del objeto de estudio, haciendo recorridos por la zona centro de proceso de Decapado, utilizando entrevistas no estructuradas y revisión documental. Posteriormente se procedió a la identificación de los problemas presentes, mediante un diagnóstico de la situación actual de la zona de proceso, elaborándose los diagramas del área de Decapado y de la Planta de Regeneración. Como resultado final se obtuvo, que el evento que más impactó en el período 2012 fue completando nivel por arranque de línea, motivo por el cual se generaron altos índices de pérdidas de ácido clorhídrico en ambas líneas de Decapado.

Palabras claves: Consumo, diagramas, bobina, ácido clorhídrico, regeneración, desvíos, banda, decapado.



INDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| RESUMEN | vii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | 3 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1. Formulación del problema | 3 |
| 1.2. Objetivo general | 5 |
| 1.3. Objetivos específicos | 5 |
| 1.4. Alcance | 6 |
| 1.5. Delimitaciones | 6 |
| 1.6. Limitaciones | 6 |
| 1.7. Justificación..... | 7 |
| CAPITULO II | 8 |
| GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 8 |
| 2.1. Breve Descripción de La Empresa | 8 |
| 2.2. Ubicación | 9 |
| 2.3. Nacionalización | 10 |
| 2.4. Visión | 11 |
| 2.5. Misión..... | 12 |
| 2.6. Objetivos de la Empresa | 12 |
| 2.7. Política de Calidad | 13 |
| 2.8. Política Ambiental..... | 14 |
| 2.9. Política de personal..... | 14 |
| 2.10. Productos de la Empresa | 15 |
| 2.11. Instalaciones básicas de la empresa | 16 |
| 2.12. Estructura organizativa..... | 19 |
| 2.13. Procesos productivos | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 2.14.Fabricación de acero | 20 |
| 2.15.Fabricación de productos planos..... | 21 |
| 2.16.Fabricación de productos largos..... | 23 |
| 2.17.Gerencia de laminación en caliente..... | 24 |
| 2.18.DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PASANTÍA | 25 |
| 2.18.1. Decapado | 25 |
| 2.18.2. Secuencia de Fabricación | 26 |
| 2.18.3. Etapas del Proceso de Decapado | 27 |
| 2.18.4. MAPA DEL PROCESO DE DECAPADO | 31 |
| CAPÍTULO III | 33 |
| MARCO TEÓRICO | 33 |
| 3.1. Planta de Decapado..... | 33 |
| 3.1.1. Sección de Entrada | 33 |
| 3.1.2. Sección media o de proceso..... | 34 |
| 3.1.3. Sección de Salida..... | 36 |
| 3.2.Diagrama de procesos | 38 |
| 3.2.1. Símbolos (Elementos del Proceso)..... | 38 |
| 3.3.Diagrama de Pareto | 40 |
| 3.3.1. Propósitos generales del diagrama de Pareto. | 41 |
| TÉRMINOS BÁSICOS..... | 42 |
| CAPÍTULO IV | 45 |
| MARCO METODOLÓGICO | 45 |
| 4.1.Tipo de estudio..... | 45 |
| 4.2.Diseño de investigación..... | 46 |
| 4.3.Población y Muestra | 46 |
| 4.4.Recursos..... | 47 |
| 4.5.Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 47 |
| 4.6.Procedimiento Metodológico. | 48 |
| CAPÍTULO V | 50 |
| SITUACIÓN ACTUAL | 50 |
| 5.1.Layout de Decapado. | 51 |
| 5.2. Diagrama de Proceso de Decapado..... | 53 |



| | |
|---|----|
| CAPÍTULO VI | 56 |
| ANÁLISIS Y RESULTADOS | 56 |
| 5.1.Esquematizar el proceso de envío y recepción de ácido, para conocer detalladamente el proceso. | 56 |
| 5.2.Evaluar la situación actual de la zona de proceso en el área de decapado, para diagnosticar el problema existente. | 61 |
| 5.3.Analizar la fórmula de consumo estándar de ácido. | 71 |
| 5.4. Evaluar las pérdidas de ácido clorhídrico en las líneas de decapado continuo I y II e interpretar los gráficos para proponer posibles soluciones. | 75 |
| CONCLUSIONES | 79 |
| RECOMENDACIONES | 81 |
| BIBLIOGRAFÍA | 83 |
| ANEXOS | 85 |
| Anexo 1: Formato de balance de ácido clorhídrico..... | 86 |
| APÉNDICES | 87 |
| Apéndice 1: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Enero..... | 88 |
| Apéndice 3: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Febrero..... | 88 |
| Apéndice 4: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Marzo | 89 |
| Apéndice 5: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Abril | 89 |
| Apéndice 6: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Mayo..... | 90 |
| Apéndice 7: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Junio..... | 90 |
| Apéndice 8: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Julio | 91 |
| Apéndice 9: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Agosto | 91 |
| Apéndice 10: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Septiembre | 92 |
| Apéndice 11: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Octubre..... | 92 |
| Apéndice 12: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Noviembre | 93 |
| Apéndice 13: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Diciembre | 93 |
| Apéndice 14: Intercambiador de calor (Poliblock) _ Fuera de servicio..... | 94 |
| Apéndice 15: Banda en tanques de HCl..... | 94 |
| Apéndice 16: Líneas de Decapado I y II..... | 95 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Esquema de la Ubicación Geográfica de SIDOR en el Estado Bolívar..... | 9 |
| Figura 2. Distribución Física de SIDOR C.A..... | 10 |
| Figura 3. Productos Fabricados en SIDOR..... | 16 |
| Figura 4. Estructura Organizativa del Complejo SIDOR..... | 20 |
| Figura 5. Sistema de Reducción para la Obtención de HRD..... | 21 |
| Figura 6. Sistema de Producción para la Obtención de Productos Planos..... | 23 |
| Figura 7. Sistema de Producción para la Obtención de Productos Largos..... | 24 |
| Figura 8. Estructura Organizativa de la Gerencia de Laminación en Caliente..... | 25 |
| Figura 9. Proceso de Decapado..... | 25 |
| Figura 10. Composición de la banda..... | 26 |
| Figura 11. Preparación de la Banda..... | 27 |
| Figura 12. Tanques que Contienen Ácido Clorhídrico..... | 28 |
| Figura 13. Acondicionamiento de la Banda..... | 29 |
| Figura 14. Mapa de proceso decapado..... | 32 |
| Figura 15: Diseño del área de los Decapados (vista de planta). | 52 |
| Figura 16: Esquema de la zona centro de proceso-Decapado..... | 59 |
| Figura 17: Esquema del Proceso de Regeneración de Ácido Clorhídrico..... | 60 |
| Figura 18: Zona centro de Proceso de Decapado..... | 61 |
| Figura 19: Tanques de ácido clorhídrico Decapado I..... | 62 |
| Figura 20: Tanques de ácido clorhídrico Decapado II..... | 62 |
| Figura 21: Zona de enjuague..... | 63 |
| Figura 22: Soplador- Zona de secado Decapado I..... | 64 |
| Figura 23: Soplador- Zona de secado Decapado II..... | 64 |
| Figura 24: Rodillos inductivos Decapado I..... | 65 |
| Figura 25: Extractor de gas Decapado I..... | 66 |
| Figura 26: Extractor de gas Decapado II..... | 66 |
| Figura 27: Bomba Cepic..... | 67 |
| Figura 28: Intercambiador de calor..... | 67 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico1: Modelo de diagrama de Pareto-ABC..... | 41 |
| Gráfico2: Pérdidas e Ingreso Mensual de HCL- Período 2012..... | 76 |
| Gráfico 3: Diagrama de Pareto ABC Pérdidas HCl. | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Elementos de Diagramas de Procesos..... | 39 |
| Tabla 2: Equipos de los Decapados LAC | 68 |
| Tabla 3: Situación Actual- Poliblock y bombas Cepic DC-1 | 69 |
| Tabla 4: Situación Actual- Poliblock y bombas Cepic DC-2..... | 70 |
| Tabla 5: Balance de HCL- Período 2012..... | 75 |
| Tabla 6: Observaciones registradas en Decapado. | 77 |
| Tabla 7: Tabla de Datos para Diagrama de Pareto ABC. | 78 |



INTRODUCCIÓN

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, Sidor C.A es una industria fabricante del acero que está ubicada sobre la margen derecha del río Orinoco en la región de Guayana, siendo ésta la empresa productora de acero más importante del país y una de las mejores productoras de acero del mundo, debido a la constante aplicación de planes de desarrollo e inversiones importantes que permiten implementar mejoras en la gestión del negocio.

En el área de los Decapados línea adscrita a la gerencia de laminación en caliente se realiza un proceso donde la banda proveniente de laminación en caliente es sometida a una limpieza, que consiste en hacer pasar la banda por 4 (cuatro) tanques que contienen ácido clorhídrico a temperaturas comprendidas entre 78^oc y 87^oc, eliminando así la mayor cantidad de óxido presente en la misma, formado por los cambios de temperatura, luego esta banda es sometida a otro proceso de corte de bordes, este se realiza a petición y por especificaciones del cliente.

En el siguiente trabajo de investigación se presentan las pérdidas de ácido clorhídrico (HCl) que se han generado en el período 2012 en los Decapados I y II de la Gerencia de Laminación en caliente de Sidor C.A., determinadas por la planta de regeneración.

El análisis de desvío de consumo de ácido clorhídrico, surge por la necesidad de disminuir los gastos en la empresa y la contaminación que genera estos en los ríos.

El desarrollo del presente trabajo se va a estructurar de la siguiente manera: en el capítulo I se va a explicar la problemática existente, los objetivos y la

justificación de la investigación. En el capítulo II se mostrará la descripción y funcionalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado. El capítulo III va a contener los aspectos teóricos que se van a utilizar como herramienta y base del estudio. En el capítulo IV se va a describir la metodología, detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos. El Capítulo V va a incluir la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa. En el capítulo VI se va a describir y presentar los aportes desarrollados por el investigador, los métodos utilizados para el análisis de los datos recopilados y la caracterización de todas las actividades observadas y registradas. Finalmente se presentaran las conclusiones y recomendaciones, producto de los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (Sidor) es un complejo siderúrgico integrado, que utiliza tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco. Los procesos de esta siderúrgica se inician con la fabricación de Pellas y culminan con la entrega de productos finales Largos (Barras y Alambrón) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos). Utiliza para la fabricación de acero tecnologías de reducción directa (HYL y MIDREX) y hornos eléctricos de acero.

Dentro de su infraestructura, SIDOR posee las Líneas de Decapado I y II las cuales se encargan de decapar la banda proveniente de Laminación en caliente. Este proceso continuo que se encarga de eliminar el óxido superficial de la misma, haciéndola pasar por cuatro tanques que contienen ácido clorhídrico a temperaturas comprendidas entre 70°C y 90°C, para luego ser enviada hacia laminación en frío o a sus clientes externos.

Ambas líneas de Decapado se dividen en tres zonas:

- Zona de entrada: esta contempla la alimentación y acondicionamiento del material a ser procesado. Su principal función es la de preparar las bandas en forma de rollo para ser

soldadas en una banda continua, permitiendo esto acelerar el proceso de decapado.

- Zona de proceso: en esta se realiza la limpieza del óxido superficial de la bobina al pasar por los tanques que contienen ácido clorhídrico, además cuenta con tres carros acumuladores (dos de entrada y uno de salida), la función de este sistema es acumular material para que el proceso no sea interrumpido mientras se realizan las operaciones correspondientes en la zona de entrada y salida.

- Zona de salida: en esta se realiza el corte de bordes a la bobina, generando así el ancho requerido por el cliente, además de poder dar cumplimiento con los estándares de calidad, posteriormente se aplica una capa de aceite mediante una aceitadora electrostática previniendo la aparición de óxido, luego es enhebrada y colocada en la cadena transportadora de salida.

Actualmente Sidor por la poca producción que ha tenido debe minimizar los costos, por tal razón surge la necesidad de evaluar las causas que originan pérdidas de ácido clorhídrico en las líneas de Decapado I y II, generados por evaporación, envíos no controlados desde las plantas de regeneración, fugas líquidas o descargas líquidas no programadas, ocasionando las siguientes consecuencias: contaminación de los ríos, corrosión de estructuras y techos en el área y altos costos por reparación y mantenimiento; de esta manera generar propuestas para un plan de mejora continua basado en el seguimiento, registro y análisis de todas aquellas actividades involucradas en el proceso.

Con la realización de la investigación propuesta se pretende responder las siguientes interrogantes:

- a) ¿Cuál es el problema existente?
- b) ¿Cuáles son las fallas que se presentan en relación al consumo del ácido clorhídrico?
- c) ¿Cuál es el tiempo de suministro de ácido al área de decapado?
- d) ¿En dónde es almacenado el ácido?
- e) ¿Se ha realizado un control interno? ¿Cuándo?
- f) ¿Se realiza la revisión de los libros que llevan el registro y control del ácido? ¿Cada cuánto tiempo?

1.2. Objetivo general

Analizar el desvío de consumo de ácido clorhídrico en los Decapados I y II de la Gerencia de Laminación en Caliente de Sidor, C.A.

1.3. Objetivos específicos

- Esquematizar el proceso de envío y recepción de ácido, para conocer detalladamente el proceso.
- Evaluar la situación actual de la zona de proceso en el área de decapado, para diagnosticar el problema existente.
- Analizar la fórmula de consumo estándar de ácido clorhídrico.
- Evaluar las pérdidas de ácido clorhídrico en las líneas de decapado continuo I y II e interpretar los gráficos para proponer posibles soluciones.

1.4. Alcance

El estudio a realizar es un diseño de investigación no-experimental de tipo descriptivo, evaluativo, aplicado y de campo, realizado en las instalaciones físicas de la línea de Decapado, específicamente en la zona centro de proceso, permitiendo describir las posibles causas que pudieran estar generando desvíos de ácido clorhídrico y así tomar acciones que conlleven a la disminución de los gastos en la empresa y la contaminación al medio ambiente.

1.5. Delimitaciones

Esta investigación se llevará a cabo en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” SidorC.A, ubicada en la zona industrial Matanzas, específicamente en el área de Decapado de la Gerencia de Laminación en Caliente, con la finalidad de determinar y analizar las posibles causas del desvío de consumo de ácido clorhídrico en los Decapados I y II, y de esta manera generar propuestas para controlar la situación dentro de la empresa. El presente estudio tendrá una duración de 16 semanas.

1.6. Limitaciones

Las limitaciones que se presentan en la realización del estudio, es que al momento de hacer el recorrido por la planta de decapado, fue imposible acceder a algunas áreas, ya que el paso estaba restringido por motivo de mantenimiento, también se tuvo que esperar algunos días para que iniciara el proceso en Decapado 2, ya que éste se encontraba fuera de servicio por problemas internos, afectando directamente a la producción; además al realizar la entrevista se tuvo que esperar cierto tiempo, debido a que el técnico de proceso estaba ocupado.

1.7. Justificación

La presente investigación se justifica, ya que permitirá obtener información que será utilizada para determinar y analizar las pérdidas de ácido clorhídrico en el proceso de decapado en Sidor, con el propósito de controlar y mejorar la eficiencia, condiciones ambientales y método de trabajo; lo que servirá de base informativa para un control interno exitoso, siendo de gran importancia este estudio, ya que el ácido clorhídrico es la solución empleada para remover los óxidos de la banda.

Otro aspecto que justifica la realización del estudio, radica en la escasez de información con respecto a la problemática antes expuesta.



CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. Breve Descripción de La Empresa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro, Sidor es un complejo siderúrgico integrado que utiliza tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco. Los procesos de esta siderúrgica se inician con la fabricación de Pellas y culminan con la entrega de productos finales Largos (Barras y Alambión) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos).

Esta siderúrgica ubica a Venezuela en cuarto lugar como productor de acero integrado de América Latina y el principal de la región Andina, ha logrado colocar su nivel de producción en torno a los 4 millones de toneladas de acero líquido por año, con indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y satisfacción de sus clientes, comparables con las empresas más competitivas de Latinoamérica. Es reconocida además por ser el primer exportador no petrolero del país.

SIDOR C.A. produce acero a partir de un mineral de alto contenido de hierro, 80% de hierro de reducción directa y 20% máximo de chatarra, utilizando la vía de reducción directa, hornos eléctricos de arco y colada continua, lo que contribuye a la elaboración de un acero de bajo contenido de impureza.

2.2. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la Zona Industrial Matanzas, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, sobre la margen derecha del Río Orinoco, a 17 kilómetros de su confluencia con el Río Caroní y a 300 kilómetros de la desembocadura del Río Orinoco en el Océano Atlántico. Está conectada con el resto del país por vía terrestre, y por vía fluvial - marítima con el resto del mundo. Se abastece de energía eléctrica generada en las represas de Macagua y Gurí, ubicadas sobre el Río Caroní, así como de gas natural, proveniente de los campos petroleros del Oriente Venezolano (Ver figura 1).



Figura 1. Esquema de la Ubicación Geográfica de SIDOR en el Estado Bolívar
Fuente: Intranet de la Empresa

Sus instalaciones se extienden sobre una superficie de 2200 hectáreas, de las cuales 90 son techadas. Además, tiene una amplia red de carreteras pavimentadas dentro del área industrial de 74 kilómetros, 155 kilómetros de vías férreas, por donde se transporta la materia prima a la planta, y acceso al mar por vía fluvial a través del río Orinoco, para lo cual, cuenta con un

terminal portuario de 1.195 m. con una capacidad para atracar simultáneamente seis barcos de 20.000 toneladas cada uno. (Ver Figura 2).



Figura 2. Distribución Física de SIDOR C.A

Fuente: Intranet de la Empresa

2.3. Nacionalización

El 12 de marzo de 2008 se firma el decreto de nacionalización y el contrato colectivo de los trabajadores de Sidor, y se empieza a trabajar por lo que sería el paso de la acería de manos del capital privado al estado Venezolano. Luego, el 16 de abril del mismo año se dio paso a las conversaciones entre los representantes de Ternium y el gobierno venezolano, en relación con los términos y condiciones bajo las cuales la totalidad o una parte significativa de la participación de Ternium en Sidor deberían ser transferidas al gobierno.

El 13 de mayo del año 2008 entró en vigencia el Decreto de Ley 6058 que regula la actividad de producción de acero en la región de Guayana. Dicho decreto ordena que Sidor y sus empresas filiales y afiliadas sean transformadas en empresas del estado, con una participación accionaria estatal no menor al 60% de sus respectivos capitales sociales.

El decreto estipula la conformación de dos comisiones. Una comisión de transición debe ser creada para incorporarse a la directiva de Sidor y garantizar la transferencia a las empresas estatales del control de todas las actividades que realizan Sidor y sus empresas filiales y afiliadas a más tardar el 30 de junio de 2008. Una segunda comisión técnica, compuesta por representantes del Estado y por las personas jurídicas del sector privado que actualmente son accionistas de Sidor y sus empresas filiales y afiliadas, será conformada para negociar por un periodo de 60 días el justiprecio de las acciones a ser transferidas al estado y acordar los términos y condiciones de la posible participación accionaria de dichos accionistas privados en las nuevas empresas del estado.

El decreto también establece que, en el supuesto de que las partes no llegasen a un acuerdo con relación a los términos y condiciones de la transformación de Sidor y sus empresas filiales y afiliadas a la empresa del Estado una vez transcurrido el plazo de 60 días, el Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería asumirá el control y la operación exclusiva de las mismas, y el Ejecutivo Nacional decretará la expropiación de las referidas acciones. No se tiene información de cuál había sido el criterio de valuación de las acciones a ser transferidas al Estado; sin embargo, el Decreto estipula que para el cálculo de la indemnización o del justiprecio en ningún caso se tomarían en cuenta ni los daños por lucro cesante ni los daños indirectos.

2.4. Visión

Ser la empresa socialista siderúrgica del Estado venezolano, que prioriza el desarrollo del Mercado nacional con miras a los mercados del ALBA, andino, caribeño y del MERCOSUR, para la fabricación de productos de acero con alto valor agregado, alineada con los objetivos estratégicos de la



Nación, a los fines de alcanzar la soberanía productiva y el desarrollo sustentable del país.

2.5. Misión

Comercializar y fabricar productos de acero con altos niveles de productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia productiva y talento humano altamente calificado, comprometido en la utilización racional de los recursos naturales disponibles; para generar desarrollo social y bienestar a los trabajadores, a los clientes y a la Nación.

2.6. Objetivos de la Empresa

La Siderúrgica del Orinoco es una empresa dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinado primordialmente a:

- ✓ Abastecer el mercado nacional específicamente los sectores industriales de la construcción, petróleo, y otros.
- ✓ Sustituir las importaciones adicionales de productos siderúrgicos en el mercado nacional, abasteciéndolo plenamente, a la vez que genera ingresos de divisas por concepto de las exportaciones a los mercados internacionales.
- ✓ Una mayor participación de la industria del hierro y del acero en la economía nacional y regional.
- ✓ Para el cumplimiento de la misión que le ha sido encomendada, la empresa se trazó varios objetivos que responden a las áreas de gestión y orientan a las acciones a mediano y largo plazo de la organización.

2.7. Política de Calidad

La empresa tiene el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes y mantener estándares mundiales de calidad en sus productos, que aseguren su competitividad en los mercados nacionales e internacionales.

Para cumplir con ese objetivo, Sidor ha implementado un Sistema de Gestión de la Calidad, bajo la Norma ISO 9001, que le permite cumplir con las exigencias establecidas y ocupar una posición privilegiada en el mercado siderúrgico. Este sistema cuenta con el aval del Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (Fondonorma).

El Sistema de Gestión de la Calidad de Sidor, se basa en el compromiso y la participación de todo el personal en la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, trabajadores, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones y la excelencia en los procesos, productos y servicios. Esta dedicación se traduce en un esfuerzo continuo que asegura la confiabilidad de los productos siderúrgicos que se entregan al mercado.

Adicionalmente Sidor cuenta con la Marca Fondonorma, otorgada por el Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad, como aval del cumplimiento con las normas venezolanas Covenin aplicables a los siguientes productos:

- ✓ Barras y Rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural.
- ✓ Alambión de acero al Carbono para Trefilación y Laminación en Frío.
- ✓ Aceros para Productos Planos Laminados en Caliente al Carbono, estructurales, de alta resistencia y baja aleación, de alta resistencia y baja aleación con capacidad de deformación.



- ✓ Hojalata.

2.8. Política Ambiental

Sidor tiene como compromiso fabricar y comercializar productos siderúrgicos, mejorando continuamente el desempeño ambiental y controlando el impacto de sus actividades, productos y servicios, a través del mantenimiento de un Sistema de Gestión Ambiental cuyo alcance incluye:

- ✓ Mejorar continuamente y prevenir la contaminación.
- ✓ Establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales.
- ✓ Cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con aspectos ambientales.
- ✓ Documentar, implementar y mantener esta Política Ambiental y comunicarla a todos sus trabajadores y los que actúan en nombre de ella.
- ✓ Motivar en los trabajadores, los proveedores y la comunidad las responsabilidades ambientales.
- ✓ Mantener esta política a disposición del público.

2.9. Política de personal

Para lograr ser una empresa siderúrgica competitiva, SIDOR C.A, considera al recurso humano uno de los factores determinantes. En tal sentido, asegurar el mayor nivel de su fuerza laboral constituye el elemento clave en la diferenciación frente a la competencia.

La empresa, a este respecto, posee ciertos criterios para definir el perfil óptimo que debe tener cada uno de los puestos de trabajo dentro de la compañía:

- ✓ Los procesos de selección y desarrollo del personal se diseñan para captar y dar oportunidad en la compañía a los mejores recursos. El mejor recurso humano es aquel cuyo conocimiento se ajusta o supera los requerimientos del cargo, demuestra compromiso con su tarea, posee sólidos principios morales y un equilibrio emocional superior al promedio.
- ✓ El esquema de trabajo está concebido para revalorizar al individuo, incrementando su nivel de conocimientos, para permitirle incidir efectivamente sobre la productividad de los equipos y ampliarle sus posibilidades de desarrollo individual.
- ✓ La capacitación y el entrenamiento de la gente constituyen una inversión.
- ✓ La mejora permanente de las actitudes y condiciones de higiene y seguridad, el cuidado de la salud del trabajador y su protección en el ámbito laboral son premisas básicas para una empresa competitiva.
- ✓ El sistema de desarrollo de personal está dirigido a incorporar un modelo supervisorio sustentado en el liderazgo técnico, privilegiar a la especialización del trabajador y dotar a SIDOR C.A. de la generación de relevo tanto en el ámbito de dirección y gerencia como en el ámbito técnico.
- ✓ Las relaciones laborales se caracterizan por la confianza mutua, la veracidad y transparencia en las comunicaciones, así como por el respeto entre las partes.
- ✓ La aplicación estricta de las leyes, normas, procedimientos y
- ✓ acuerdos, es un principio organizacional.

2.10. Productos de la Empresa

A continuación se muestra la gama de productos fabricados en SIDOR, los cuales comprende productos laminados planos como láminas y bobinas

laminadas en caliente, láminas y bobinas laminadas en frío, hojalata y hoja cromada; comprende también productos largos como alambón y barras para la construcción. Además de estos productos, en SIDOR se comercializa semi-elaborados tales como planchones y palanquillas (Ver figura 3).



Figura 3. Productos Fabricados en SIDOR

Fuente: Intranet de la Empresa

2.11. Instalaciones básicas de la empresa

SIDOR es una empresa integral, donde su proceso productivo comienza desde la fabricación de pellas y culmina con la comercialización y venta de productos finales; tipo Largos (Barras y Alambón) o tipo Planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos), ventas que pueden ser a nivel mercado nacional, como también internacional.

SIDOR actualmente Cuenta con modernos equipos e instalaciones auxiliares que le permiten la reducción del mineral de hierro, producción de acero y fabricación de una variada gama de productos que abarca desde pellas, Hierro de reducción directa (HRD), Cal y Semielaborados de aceros (Planchones, Lingotes poligonales, Palanquillas), hasta productos terminados



Planos (Bandas, Bobinas y Laminas en caliente; Bobinas y Laminas en frio y recubiertos) y Largos (Barras y Alambrón).

A continuación se describen las instalaciones básicas de SIDOR:

- **Planta de pellas:** En ella se fabrican Pellas de mineral de hierro fino obteniendo un diámetro de 9 mm a 15 mm, para la realización de estas se cuenta con los principales equipos, 1 tolva de recepción de mineral de hierro, 4 molinos, 6 mezcladoras, 12 discos peletizadores, 2 hornos de piro consolidación. Tiene una capacidad instalada de 8 millones de toneladas por año.
- **Plantas de Reducción Directa:** Constituida por dos plantas Midrex con una capacidad instalada de 3.8 millones de toneladas por año; Midrex I consta de un módulo de reducción, y Midrex II de tres módulos de reducción con instalaciones de servicios comunes y una planta HyL II, de dos módulos con cuatro reactores cada uno, y dos sistemas de información; con capacidad instalada de 0.7 millones de toneladas por año. En estas plantas se produce Hierro de reducción directa utilizando la Pella como materia prima y Gas natural reformado como agente reductor.
- **Acería Eléctrica y Colada Continua de Planchones:** Consta de cuatro hornos eléctricos de 200 toneladas de capacidad, tres hornos de cuchara, y tres máquinas de colada continua. Tiene una capacidad instalada 3.6 millones de toneladas de acero líquido por año.
- **Acería Eléctrica y Colada Continua de Palanquillas:** Consta de dos hornos eléctricos, dos hornos de metalurgia secundaria de 150 toneladas cada uno y dos máquinas de colada continua. Tiene una

capacidad de 1.4 millones de toneladas de acero líquido. Posee un área de vaciado por el fondo, para la fabricación de Lingotes poligonales.

- **Tren de Barras:** Su capacidad de laminación por año es de 500.000 toneladas de Barras lisas y estriadas, en aceros de calidad comercial y de alta resistencia.
- **Tren de Alambrón:** Su capacidad es de 600.000 toneladas anuales de Alambrón de diferentes diámetros.
- **Planta de productos Planos en caliente:** Diseñada para producir 2.8 millones de toneladas de Bobinas y Laminas en caliente. Está integrada por un laminador compuesto de dos hornos de calentamiento, un cuarto reversible de laminación continuo de seis bastidores y tres enrolladores; adicional cuenta con dos líneas de corte en caliente, una línea de Skin Pass y dos líneas de decapado.
- **Instalaciones Auxiliares:** Los servicios industriales y complementarios de la producción constituyen el siguiente conjunto de instalaciones: planta de cal; planta de chatarra; instalaciones portuarias; sistemas de generación y distribución de vapor, Electricidad, de recirculación de agua, de separación de aire; una red ferroviaria, carreteras; sistemas de control de contaminación ambiental; sistemas de incendio; sistemas de gas; talleres de mantenimiento y almacenes.

Un riguroso y constante aseguramiento de la calidad y mejoramiento continuo de sus procesos y sus productos, asegura el suministro de materiales de alta calidad, conforme a las

especificaciones requeridas por los clientes, lo cual se muestra en los logros alcanzados en materia de certificaciones de su Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008 y de sus productos.

2.12. Estructura organizativa

Las distintas direcciones que conforman a SIDOR, son:

- **Dirección de asuntos legales:** Además de garantizar que la empresa actúe dentro del marco legal nacional y el que regula el comercio internacional, representa a la empresa ante terceros.
- **Dirección de relaciones institucionales:** Promueve la imagen institucional de la empresa, organiza y coordina las actividades de la empresa en la comunidad.
- **Dirección administrativa:** Se encarga de actividades relacionadas con la contabilidad y auditoría de la empresa, así como de organizar los sistemas de computación.
- **Dirección industrial:** Se encarga de las actividades productivas.
- **Dirección comercial:** Pretende la comercialización y el despacho de los productos de SIDOR, en óptimas condiciones.
- **Dirección de abastecimiento:** Debe obtener y suministrar los materiales e insumos requeridos por la empresa.
- **Dirección de finanzas:** Administra y asegura el rendimiento de los recursos financieros. (Ver Figura 4)



Fuente: Intranet de la Empresa

Figura 4. Estructura Organizativa del Complejo SIDOR

2.13. Procesos productivos

Para la elaboración de todos los productos que se comercializan tanto en el ámbito nacional como internacional, SIDOR cuenta con una planta de producción de gran capacidad integrada por una planta de pellas, un complejo de reducción directa y dos grandes complejos productivos: el complejo de productos largos y el complejo de productos planos.

2.14. Fabricación de acero

La fabricación de acero en SIDOR se cumple mediante procesos de reducción y hornos eléctricos de arco directa, complementaos con metalurgia secundaria en los hornos de cuchara que garantizan la calidad interna del producto.

Finos de material, con alto contenido de hierro se aglomeran en la planta de Peletización. El producto resultante, las pellas, es procesado en dos plantas de reducción directa, una HyL II (dos módulos de lecho de fijo), otra MIDREX (cuatro módulos de lecho móvil) que garantizan la obtención de hierro de reducción directa (HRD). El HRD se carga a los hornos eléctricos de arco para obtener acero líquido (Ver Figura 5).

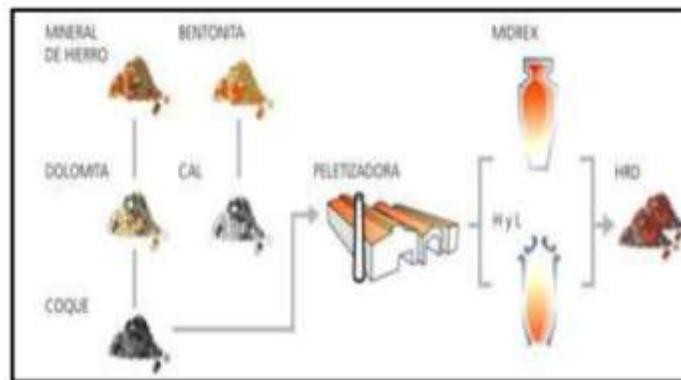


Figura 5. Sistema de Reducción para la Obtención de HRD

Fuente: Intranet de la Empresa

El acero líquido resultante, con alta calidad y bajos contenidos de impurezas y residuales tiene una mayor participación de HRD y una menor y una menor proporción de chatarra (20% máximo). Su refinación se realiza en la estación de metalurgia secundaria, donde se le incorporan las ferroaleaciones. Posteriormente pasa a las máquinas de colada continua para su solidificación, obteniéndose semi-elaborados, planchones o palanquillas, que se destinan a la fabricación de productos largos y productos planos, respectivamente.

2.15. Fabricación de productos planos.

Los planchones son cargados en hornos de recalentamiento y llevados a temperaturas de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la

oxidación que se genera, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en el tren de laminación en caliente, en bandas, con ancho y espesor definidos. Las bandas pueden ser suministradas como tales o como bobinas o láminas, sin decapar o decapadas, en función de los requerimientos del cliente en el uso y forma.

Las bandas también pueden ser sometidas a deformación a temperatura ambiente (laminación en frío) para reducir el espesor y obtener bobinas laminadas en frío (LAF). Estas últimas pueden ser entregadas al mercado como crudas (Full Hard), o continuar su procesamiento en los hornos de recocido y en los trenes de laminación de temple, con el objetivo de modificar sus características metalúrgicas, mecánicas y, muy ligeramente, las geométricas.

De esta manera, se obtiene bobinas recocidas y/o procesadas en el laminador de temple, que podrán ser proporcionadas en bobinas, cortadas a longitudes específicas (láminas), o continuar procesos posteriores con recubrimiento electroquímico de cromo o estaño. (Ver Figura 6).

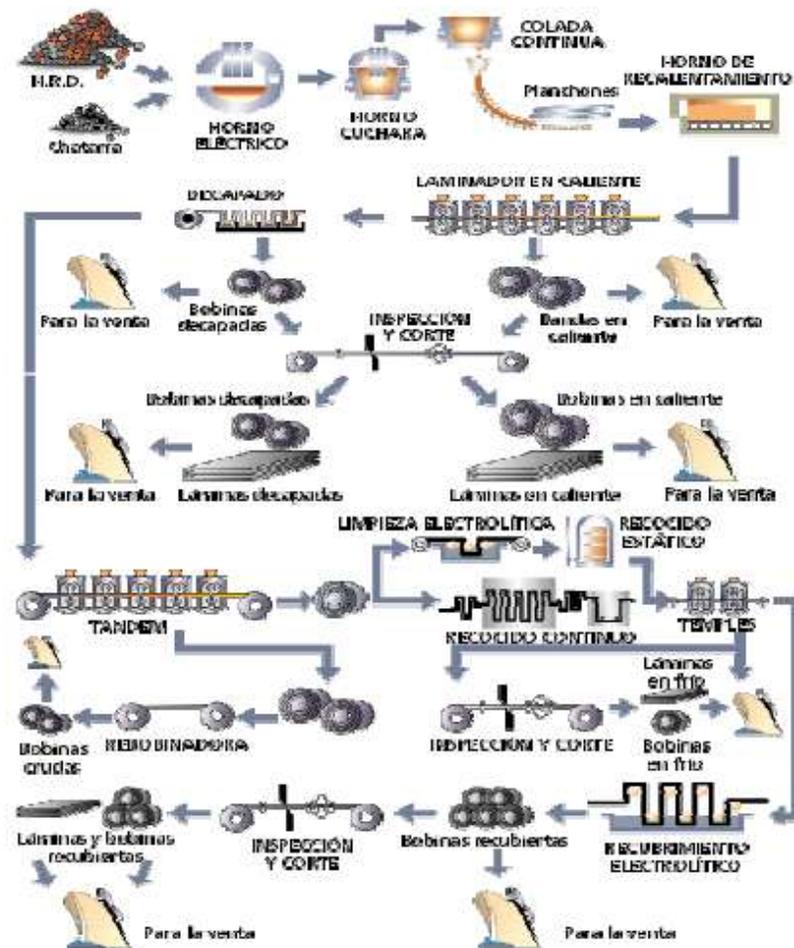


Figura 6. Sistema de Producción para la Obtención de Productos Planos
Fuente: Intranet de la Empresa

2.16. Fabricación de productos largos

Las palanquillas son cargadas en hornos de recalentamiento y llevadas a temperatura de laminación. Este tratamiento permite, por medio de la oxidación generada, remover pequeños defectos superficiales y ablandar el acero para ser transformado mecánicamente en los laminadores de alambón y de barras para obtener el alambón y las barras con resalte (cabillas),

respectivamente. En la Figura 7 se muestra gráficamente el sistema de fabricación de productos largos.

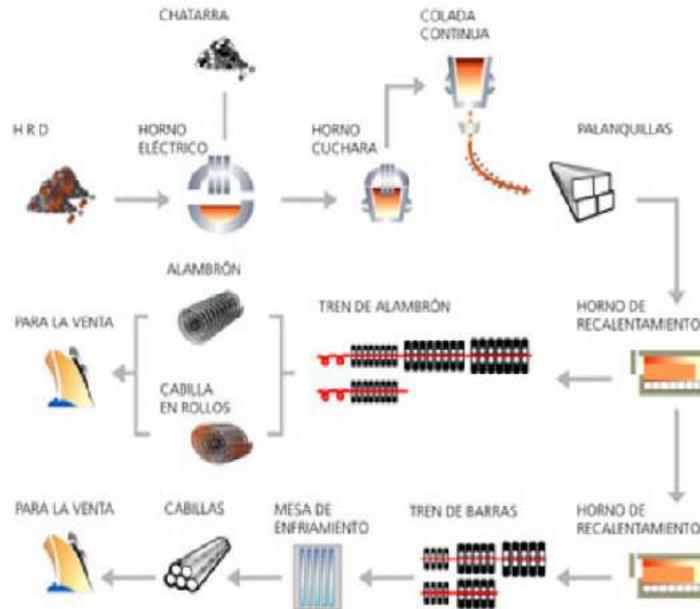


Figura 7. Sistema de Producción para la Obtención de Productos Largos
Fuente: Intranet de la Empresa

2.17. Gerencia de laminación en caliente.

La gerencia de laminación en Caliente tiene la responsabilidad de velar por el buen desenvolvimiento de las plantas que conforman el complejo de distribución SIDOR ya que en este cae la mayor responsabilidad de las ventas de productos que se lleven a cabo en cada una de las plantas de distribución.

El siguiente organigrama describe brevemente como está conformada la gerencia de Laminación en Caliente de SIDOR. (Ver figura 8).



Figura 8. Estructura Organizativa de la Gerencia de Laminación en Caliente
Fuente: Intranet de la Empresa

2.18. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PASANTÍA

2.18.1. Decapado

El decapado es el proceso que permite eliminar el óxido superficial de la banda LAC (bobinas negras) mediante una reacción química a través de la inmersión de la banda en una solución de ácido clorhídrico. (Ver figura 9)

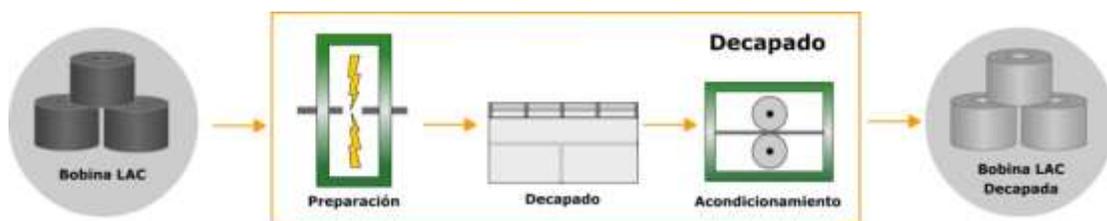


Figura 9. Proceso de Decapado
Fuente: Intranet de la Empresa

2.18.2. Secuencia de Fabricación

Durante la Laminación en Caliente, enfriamiento, transporte y almacenamiento se forma sobre la superficie de la banda una laminilla de óxidos. La misma está compuesta por tres tipos de óxidos de hierro:

Férrico Fe_2O_3

Ferroso Férrico Fe_3O_4

Ferroso FeO

Y se distribuyen sobre la banda según se muestra en la figura 10:

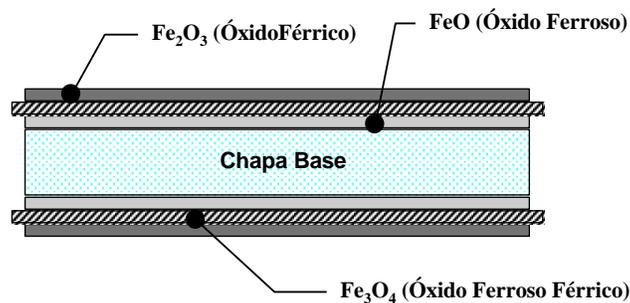


Figura 10. Composición de la Banda

Fuente: Intranet de la Empresa

Esta oxidación superficial puede tener consecuencias negativas, como la pérdida de metal superficial e incrustaciones sobre la banda y los cilindros del Laminador en Frío, durante la laminación, si no se procede a su eliminación.

Si bien el decapado se puede efectuar por procedimientos como el granallado o el ultrasonido, el método de limpieza utilizado con más frecuencia, por su posibilidad de mayor escala, es el de Decapado por

inmersión de la banda en una solución ácida, tal como el que se emplea en Sidor.

2.18.3. Etapas del Proceso de Decapado

2.18.3.1. Preparación de la banda

Las bobinas son colocadas en un mandril desenrollador y pasan por la niveladora. A consecuencia de esto, la laminilla de óxidos se rompe o quiebra, facilitando la acción posterior de la solución decapante.

Para poder efectuar el Proceso de Decapado, es necesario arrastrar la banda a todo lo largo de la línea. Esto se logra uniendo la cabeza de la bobina entrante con la cola de la anterior que está siendo procesada y, de esta forma, se le da continuidad al proceso. Para esto, luego de la niveladora, la cabeza así como la cola de la bobina son despuntadas, para escuadrarla. (Ver figura 11)

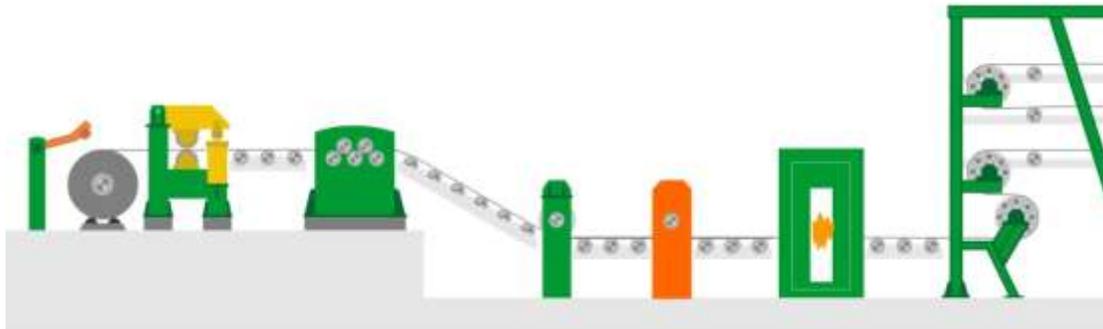


Figura 11. Preparación de la Banda

Fuente: Intranet de la Empresa

Las bobinas soldadas ingresan a los carros acumuladores. El objeto es almacenar la banda para mantener la continuidad operativa en la etapa

siguiente, transporte a los tanques de decapado, independizándola de las operaciones de entrada.

2.18.3.2. Decapado

La banda pasa por cuatro tanques tapados que contienen soluciones de ácido clorhídrico (HCl) en agua, en concentraciones variables, a una temperatura de aproximadamente 80°C. Estas soluciones atacan a los óxidos de la banda, produciendo una reacción química que los desprende. La adición de ácido se efectúa en el tanque # 3 y pasa a los restantes en sentido contrario a la circulación de la banda, por lo tanto las concentraciones que encuentra la misma en su avance son crecientes (de 6% a 18%). (Ver figura 12)

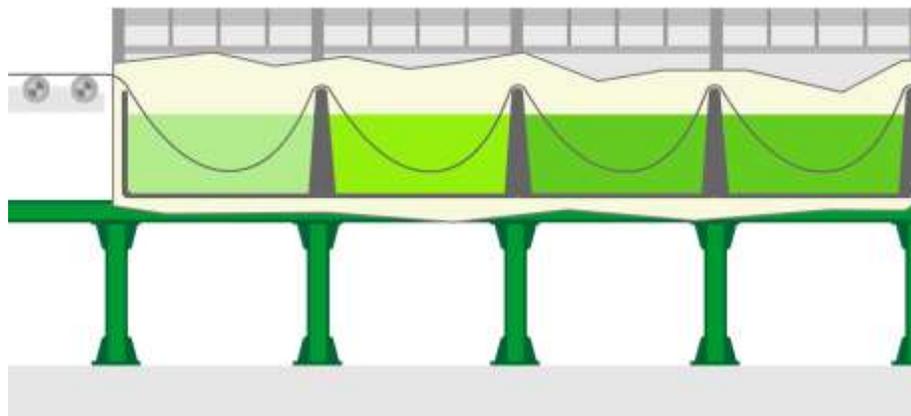


Figura 12. Tanques que Contienen Ácido Clorhídrico

Fuente: Intranet de la Empresa

Una vez decapada, la banda pasa por un tanque donde se lava por medio de rociadores con agua. Después se enjuaga en agua caliente (aprox. a 90° C) en otro tanque para eliminar todo resto de ácido de la banda. Finalmente se seca con aire caliente en la estación de secado.

2.18.3.3. Acondicionamiento de la Banda

La banda limpia de óxidos (Banda Blanca) es ajustada al ancho requerido (corte de borde). Esto se realiza por el corte, con dos cizallas circulares, a ambos lados de la banda (refiladora o cortadora de bordes). Luego se la aceita en ambas caras para protegerla de nuevas oxidaciones. La velocidad en el sector de salida es aprox. la misma que en los tanques de decapado, salvo en los momentos que se recupera el carro acumulador de salida, donde la velocidad de salida es 50% superior a la velocidad de proceso.

Por medio de una cizalla se separan las bobinas en cada soldadura de entrada (bobina simple). Luego se enrollan, fleja, pesan, identifican y almacenan. La bobina decapada puede comercializarse como un producto final o continuar al laminador Tandem. (Ver figura 13)



Figura 13. Acondicionamiento de la Banda

Fuente: Intranet de la Empresa

- ✓ Productos

Los productos son bobinas decapadas.

- ✓ Destinos

75% - 80% a la Laminación en Frío

25% - 20% restante se destina a las Ventas Directas a Clientes

- ✓ Dimensiones

Sidor fabrica banda de acero laminada en caliente decapada en un rango de espesores 1.80-6.50 mm, y de ancho 600-1.250 mm. El peso de la bobina LAC decapada está en un rango aprox. de 15 a 22 toneladas.

- ✓ **Aplicaciones**

Las bobinas decapadas se usan comúnmente para la fabricación de maquinaria agrícola, estacas con leve estampado y/o plegados. Otros usos son los siguientes:

- **Envases Gas Licuado:** Son calidades especialmente diseñadas para la fabricación de bombonas de dos piezas obtenidas por embutido, bombonas de tres piezas y cilindros para gases licuados de petróleo.
- **Estructurales para Industria Automotriz:** Calidades desarrolladas para piezas, particularmente de la Industria automotriz, que combinan propiedades estructurales con buenas aptitudes de conformabilidad y soldabilidad. Para uso en llantas, discos, largueros, travesaños, etc.

- **Uso Embutido:** Se utilizan para la fabricación de piezas conformadas por proceso de estampado y embutido tales como autopartes, bridas, bastidores, platos de freno, soportes, etc. La severidad de las deformaciones que requiere el conformado de la pieza define la utilización de calidad embutido moderado o embutido profundo.

2.18.4. MAPA DEL PROCESO DE DECAPADO

El mapa de procesos ofrece una visión general del sistema de gestión. En él se representan los procesos que componen el sistema así como sus relaciones principales. Dichas relaciones se indican mediante flechas y registros que representan los flujos de información. Estos incluyen procesos relativos a la planificación estratégica, establecimiento de políticas, fijación de objetivos, proveedor comunicación, asegurar disponibilidad de los recursos requeridos y la revisión por la dirección. El mapa de procesos del Decapado es una representación gráfica de los procesos que intervienen en el Sistema de Gestión de la Calidad, donde se identifican los procesos de gestión, los procesos clave, los de soporte y el proceso de manejar las relaciones con el cliente/usuario, así como los insumos requeridos y los productos entregados a los clientes/usuarios de dicho sistema. De acuerdo a la información anterior SIDOR proporciona su mapa de procesos del área del Decapado representado en el siguiente cuadro:

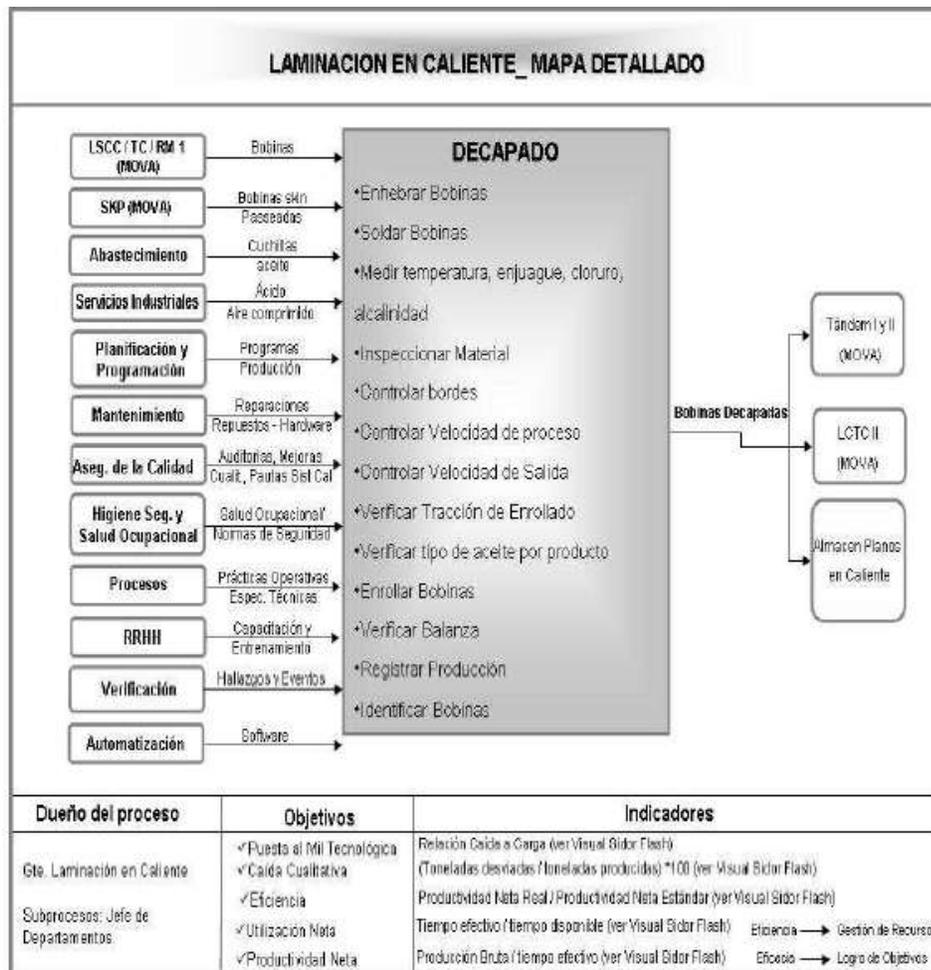


Figura 14. Mapa de proceso decapado

Fuente: Intranet SIDOR

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Planta de Decapado

Está compuesta por dos líneas productivas denominadas decapado I y II. Su función principal es realizar a las bobinas provenientes del laminador continuo en caliente una limpieza mediante ácido clorhídrico a temperatura en el orden de 80° C, a fin de retirar de la superficie las impurezas (oxido) que trae el material. Los productos obtenidos son: Bobinas de Decapadas para la venta directa (VD) y Bobinas decapadas para el proceso de laminación en frío.

3.1.1. Sección de Entrada

Esa sección o zona de entrada contempla la alimentación y acondicionamiento del material a ser procesado. Su Objetivo primordial es preparar la banda para acelerar el proceso y permitir que este se desarrolle de manera continua lo que es primordial en esta línea productiva.

La bobina después de ser laminada en caliente cumple un periodo de enfriamiento de 72 horas para evitar quebraduras sobre la lámina al ser desenrollada. Una vez frío el material es trasladado a la cadena alimentadora de bobina, posteriormente por accionamiento mecánico de carros levantadores, la bobina es colocada en el mandril des enrollador. Para iniciar la alimentación de la línea de decapado.

3.1.1.1. Preparación de la Punta de la Bobina

Mediante un Cizalla de acción neumática se realiza un promedio de 3 Cortes Transversales para acondicionar y eliminar cualquier defecto presente en la banda. Dada que las dimensiones de nuestra banda es 1200mm*3mm obtenemos una sección de corte transversal de 3600mm², dicho valor es triplicado por el número de cortes realizados (03). El propósito esencial de esta etapa del proceso es preparar la punta de la banda para la próxima fase, la Soldadura.

3.1.1.2. Soldadura

Por ser el Decapado un proceso continuo, es necesario unir la punta de la bobina que está entrando a la línea con la cola de la que está saliendo. Durante este sub. Proceso, la Maquina Soldadora emplea Energía Eléctrica.

3.1.2. Sección media o de proceso

3.1.2.1. Baño de Ácido Clorhídrico

La banda es sometida a una inmersión tipo Chinchorro por 04 Tanques de ácido Clorhídrico (HCl) cada Tanque con una Capacidad de 30 m³ de ácido de alta concentración (75 – 80 grs. /lts). Para garantizar un buen decapado la banda recorre estos 4 tanques a una velocidad promedio de 100 m/min. Durante la estadía de la banda en el ácido ataca las capas superficiales del Acero, arrastrando el Óxido remanente en la Banda.

Esta etapa del proceso es de alta criticidad ya que el HCl es una sustancia sumamente abrasiva y contaminante debido a que a excepción de los Polímeros y otros materiales el HCl corroe y desintegra a la mayoría de los compuestos. Igualmente, el HCl por su alta condición contaminante debe ser tratado con mucha cautela ya que su desecho inadecuado puede traer daños irreversibles al medio ambiente.

Tenemos entonces que la Línea Decapados utiliza para la carga de sus cuatro tanques un total de 360m³ de Ácido. Este ácido lo suministra una Planta de Regeneración de Acido situada a un lado de la Línea. Esta planta se encarga de regenerar todo el ácido utilizado por el Decapado. El ácido ya utilizado por el Decapado (rico en FeO) se envía a la planta de Regeneración y esta se encarga de separarlo del ácido y utilizando agua industrial genera nuevos volúmenes de ácido Fresco listo para el Consumo.

3.1.2.2. Enjuague de la Banda

Para prevenir un decapado excesivo luego de la salida de los tanques (pérdida de Espesor) la banda es lavada mediante el uso de aspersores de Agua a una presión de 5 bar. El agua utilizada es la llamada Agua Industrial, es decir, aquella que es reciclada y reutilizada únicamente para procesos industriales (no es apta para el consumo humano). Dicha agua industrial es almacenada en un tanque vecino a la Línea de Producción y es de aquí que las celdas de Enjuague se alimentan. El flujo es un circuito cerrado: El agua utilizada para enjuagar la banda por gravedad cae nuevamente al tanque. El resultado es un agua sumamente acida con concentraciones hasta de 60 grs/lts de ácido.

La problemática radica en que el tanque de almacenamiento de esta agua de Enjuague, posee en su parte superior una tubería de desagüe por sobre flujo que va directo al Acueducto de desecho común de agua Industrial.

Diariamente se arroja al acueducto un estimado de 17500 lts de agua ácida. Otra variable a tomar en cuenta en esta fase del Proceso es la temperatura del Ácido, la misma debe ser de 80 a 83°C. Este calentamiento se logra mediante el uso de intercambiadores de calor que utilizan Vapor para transferir temperatura al volumen de ácido. Mensualmente la línea consume 251769 Kg. de Vapor.

3.1.2.3. Zona de enjuague

Compuesto por celdas en donde se inyecta a la banda agua a presión mediante toberas, esto con el fin de remover el HCL remanente en la banda luego de su salida de los tanques. Cada decapado tiene una zona de enjuague.

3.1.2.4. Zona de secado

Conformado por rodillos exprimidores y por soplador de aire caliente que elimina el líquido remanente en la banda. Cada decapado posee una zona de secado.

3.1.3. Sección de Salida

3.1.3.1. Acondicionamiento de la banda

La banda limpia de óxidos (banda blanca) es ajustada al ancho requerido (corte de bordes). Este se realiza mediante la utilización de dos cizallas circulares a ambos lados de la banda.

Luego se aceita en ambas caras para protegerla de nuevas oxidaciones, la velocidad en el sector de la salida es aproximadamente la misma que en los tanques de decapado, salvo en los momentos que se recupera el carro acumulador de salida, donde la velocidad de salida es 50% superior a la velocidad de proceso.

Por medio de una cizalla se separan las bobinas de cada soldadura de entrada (bobina simple). Luego se enrollan, flejan, pesan, identifican y almacenan. La bobina decapada puede comercializarse como un producto final, o continuar al laminador Tándem.

3.1.3.2. Cortadora de Bordes

Equipo compuesto por varios elementos mecánicos, (entre los cuales se pueden nombrar: rodamientos, anillos distanciadores, bobinas, tornillos, etc) conformado por dos (2) árboles porta cuchilla circulares de diámetro exterior: 406 mm y espesores máx. De 40mm para asegurar el corte de bordes (según la teoría de corte: 30% corte puro y 70% corte de desgarre).

Las cuchillas giran en sentido contrario a una velocidad de 180 m/min. Esta se desplaza horizontalmente para asegurar que el corte de bordes sea eficiente. De igual manera los dos bastidores pueden desplazarse horizontalmente a través de un tornillo sin fin que los conecta, de manera que se pueden graduar al ancho de bordes solicitado. Por cada decapado, hay una (1) cortadora de bordes y corresponde cada uno de los equipos más críticos de las líneas de Decapados, ya que si se detiene cuando el material requiera corte de bordes implica que la línea también se detenga.

3.1.3.3. Aceitado Electroestático

Una vez limpia la banda, esta es sometida a un leve recubrimiento de Aceite Semi-Sintético para proteger a la banda de la corrosión por exposición y asegurar de esta manera que el producto llegue con los estándares de calidad apropiados al cliente. Se suministran 0.3 Kg. de Aceite por cada tonelada producida. La máquina rociadora funciona en su totalidad con Energía Eléctrica.

3.1.3.4. Descarte de Soldadura

La unión de la punta y cola de la banda que asegura la continuidad del proceso debe ser descartada como lineamiento de Calidad. Con lo cual una vez más se realizan 3 cortes Transversales de 3600mm² c/u mediante una Cizalla Neumática.

3.1.3.5. Enrollado de la Bobina

Proceso similar al Desenrollado. La bobina se enrolla en un mandril Enrollador que utiliza igualmente para su moción Energía Eléctrica.

3.2. Diagrama de procesos

Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de un producto, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora a fin de analizar costos ocultos, actividades ocultas en el proceso productivo. Permite un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.

3.2.1. Símbolos (Elementos del Proceso).

Tabla 1: Elementos de Diagramas de Procesos.

| Evento | Símbolo | Características |
|-------------------|---|--|
| Operación |  | <p>Modificación intencional que se le hace a un objeto en cualquiera de sus características físicas o químicas.</p> |
| Inspección |  | <p>Verificación de la calidad y/o cantidad de la parte.</p> |
| Transporte |  | <p>Indica movimiento de los trabajadores, materiales o equipos de un lugar a otro.</p> |
| Demora |  | <p>Ocurre cuando las condiciones no permiten la inmediata realización de la acción planeada (evitable o inevitable).</p> |
| Almacenado |  | <p>Tiene lugar cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado.</p> |

| | | |
|------------------|---|---|
| Combinado |  | Indica actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo. |
|------------------|---|---|

Fuente: Láminas del material de Ingeniería de Métodos.

3.3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

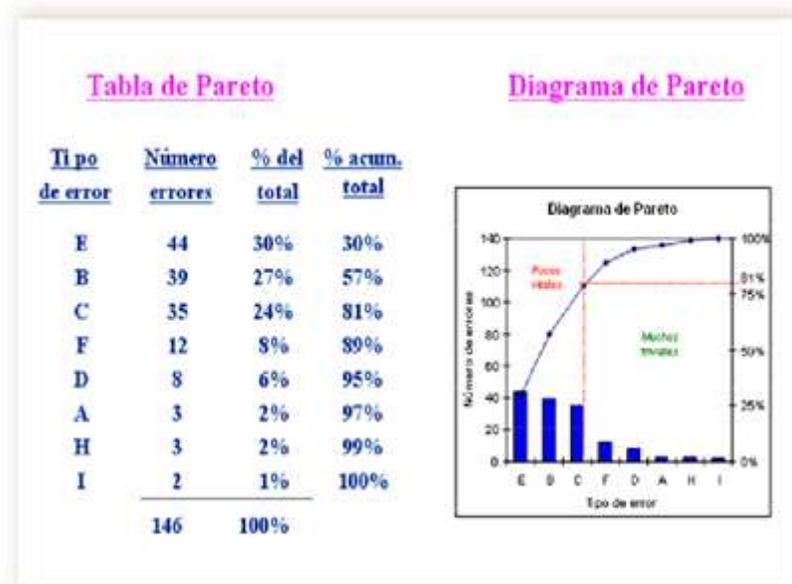
El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas Resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto(pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

Gráfico 1: Modelo de diagrama de pareto- ABC



Fuente: Intranet de Sidor

3.3.1. Propósitos generales del diagrama de Pareto.

- Analizar las causas.
- Estudiar los resultados.
- Planear una mejora continua.

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

TÉRMINOS BÁSICOS

➤ **Ácido clorhídrico(HCL)**

Es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa.

➤ **Ácido Fresco**

Viene directamente de la gandola, es almacenado en unos tanques y es utilizado en caso de necesitar preparar ácido para la producción.

➤ **Ácido saturado**

Es aquel al que se le aplica una concentración de hierro (Fe^{++}) y éste pasa a ser ácido saturado el que se utilizará en el proceso de producción.

➤ **Ácido Regenerado**

Éste ácido es el que se recupera después del proceso de producción, un metro cúbico (m^3) de ácido equivalen a mil (1000) litros de ácido clorhídrico.

➤ **Banda**

Es el producto final laminado a partir de un desbaste en el tren continuo y el cual es enrollado posteriormente.

➤ **Bobina**

Es el producto que se obtiene al someter una banda laminada en caliente a cualquier proceso adicional que involucre corte transversal, corte de extremo y/o rebobinado.

➤ **Causas**

Factores, variaciones o condiciones de un sistema que genera un comportamiento que afecta positiva o negativamente la salida de un producto.

➤ **Control**

Significa medir el valor de la variable manipulada para corregir o limitar la desviación del valor medido, respecto del valor deseado.

➤ **Control interno**

Herramienta para proteger sus recursos contra pérdidas, fraudes o ineficiencias, también el de mejorar los sistemas y los procedimientos tanto administrativos como contables.

➤ **Decapado**

Es el proceso mediante el cual se elimina químicamente el óxido superficial, formado en el metal por la acción de una solución de ácido orgánico, quedando completamente limpio de óxido de la superficie.

➤ **Proceso**

Proceso de datos, preparación de información y tratamiento de la misma regla y procedimiento que ejecuta distintas operaciones.

➤ **Tanques**

Es cualquier sistema instalado sobre el terreno o subterráneo, destinado al almacenamiento de hidrocarburos o derivados de petróleo, sean estos lubricantes, grasas, aceites hidráulicos o combustibles.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En el marco metodológico de la presente investigación se describe el tipo de estudio, el diseño de investigación, la población, la muestra y los instrumentos que se van a utilizar para la recolección de datos basándose en hechos reales.

4.1. Tipo de estudio

Según ROSA ROJAS DE NARVÁEZ “En la sección denominada tipo de estudio se indica: ¿Qué tipo de estudio o de investigación fue desarrollado?. Y se justifica el tipo de estudio o investigación realizado desde el punto de vista teórico y desde la perspectiva del problema de investigación y los objetivos del estudio”. (pág. 153)

La investigación se basa en un estudio no experimental y se considera de tipo descriptiva y aplicada, debido a que todo se hará bajo un enfoque sistemático a través de la descripción y análisis del proceso de decapado.

- Descriptiva: Es un tipo de estudio rígido en el cual se describen características y se generalizan varios fenómenos similares, mediante la exploración y descripción de situaciones de la vida real.

- Aplicada: el objetivo principal es mejorar el proceso a través de propuestas que garanticen el mejoramiento en el proceso de decapado.

- Evaluativa: Su objetivo es valorar y enjuiciar el diseño, ejecución, efectos y utilidades a fin de corregir las deficiencias e introducir los reajustes necesarios en el proceso.

4.2. Diseño de investigación

Atendiendo a los objetivos delimitados, la investigación se orienta hacia un Diseño de Campo. Por cuanto, este diseño de investigación no solo se basa en observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad del objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados.

Según ROSA ROJAS NARVÁEZ “La investigación de campo se realiza observando el grupo o fenómeno en su ambiente natural y permite investigar las prácticas, comportamientos, creencia y actitudes del individuo o grupos, tal como se presenta en la vida real”. (pág. 36)

4.3. Población y Muestra

Según ROBERTO HERNANDÉZ SAMPIER | Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selítiz, 1974). La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población (Sudman, 1976)”. Para efectos del estudio a realizar se tomará como población al consumo total de ácido en el proceso de decapado, en unidad de volumen (m^3) y la muestra a seleccionar será el período a evaluar en la investigación (año 2012), tomando los meses donde presenten más desviaciones, por lo tanto, son coincidentes.

4.4. Recursos

Dentro de la investigación que se va a realizar en el área de Decapado de la Gerencia de Laminación en Caliente, se van a utilizar las siguientes herramientas para la realización del estudio.

- a) Lápiz.
- b) Hojas.
- c) Formatos para vaciar los datos obtenidos.
- d) 1 Cámara.
- e) 1 Grabadora.
- f) 1 Teléfono celular.
- g) 1 computadora.
- h) Formato para balance de ácido.

Es importante utilizar diferentes recursos, ya que son los medios de enlace entre los objetivos de la investigación y el problema.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En función de los objetivos planteados en el presente estudio, ubicado dentro de la investigación descriptiva. Se emplearán una serie de instrumentos y técnicas para la recolección de información, orientada de manera esencial a alcanzar los fines propuestos.

Las técnicas a utilizar son las siguientes:

Observación Directa

Esta se realizará en las tres (3) zonas de las líneas de Decapado I y II, la primera en la zona de entrada donde se preparan las bandas en forma de rollo para ser soldadas en una banda continua, la segunda en la zona de proceso donde se realiza la limpieza del óxido superficial de la bobina al pasar por los tanques que contienen ácido clorhídrico y la tercera en la zona de salida donde se realiza el corte de bordes de la bobina.

Mediante esta técnica se logrará visualizar de forma general el proceso de decapado.

o Entrevista no estructurada

En el desarrollo de esta investigación se realizarán entrevistas al personal de ingeniería y a los técnicos de proceso, con la finalidad de recolectar información para llevar a cabo la investigación.

o Revisión Documental

Para la realización de este trabajo de investigación es indispensable revisar las fuentes bibliográficas tales como libros, enciclopedias, tesis, entre otros que guardan relación con el tema, con el fin de sustentar teórica y objetivamente el estudio.

4.6. Procedimiento Metodológico.

Para obtener la información necesaria se realizará los siguientes pasos:

1. Recopilación y revisión de información sobre las actividades y el proceso que se realiza en el área de decapado, con el fin de tener noción del proceso que se lleva a cabo en el área.

2. Recorrido por el área de decapado, para observar de forma directa el proceso y así diagnosticar la situación actual de la zona.
3. Búsqueda de información del proceso de decapado por la intranet de la empresa.
4. Reuniones con técnicos de procesos para recopilar información que no puede ser apreciada a simple vista.
5. Tomar notas de las observaciones por turnos.
6. Entrevista al personal de servicios para la recopilación de información con respecto a la planta de regeneración y apuntar las observaciones registradas en los manuales de ácido.
7. Actualizar balance de ácido clorhídrico (HCl), determinando las pérdidas de ácido.
8. Entrevista no estructurada con Ingenieros químicos para aclarar dudas sobre la fórmula de consumo de ácido.
9. Recorrido por la planta de regeneración, para observar de forma directa el proceso que se lleva a cabo y la relación que tiene con la planta de Decapado.
10. Actualizar balance de HCL, determinando las pérdidas de ácido.
11. Elaborar el diagrama de Pareto para determinar la incidencia de las causas que generan desvíos de ácido.
12. Analizar Diagrama ABC e indicar causas que más impactaron en el período 2012.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” tiene como objetivo principal comercializar y fabricar productos de acero con altos niveles de productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia, productiva y talento humano altamente calificado, Sidor cuenta con una planta de producción de gran capacidad integrada por una planta de pellas, un complejo de reducción directa y dos grandes complejos productivos: el complejo de productos largos y el complejo de productos planos.

Cabe mencionar que la Planta o Complejo de productos Planos en caliente, diseñada para producir 2.8 millones de toneladas de Bobinas y Laminas en caliente, está integrada por un laminador compuesto de dos hornos de calentamiento, un cuarto reversible de laminación continuo de seis bastidores y tres enrolladores; adicional cuenta con dos líneas de corte en caliente, una línea de Skin Pass y dos líneas de decapado.

Hoy en día las líneas de Decapado continuo no se encuentran en condiciones estándar para la realización del proceso que se lleva a cabo en las mismas. La línea del Decapado I pasó por una parada por reparación y mantenimiento, sin embargo la línea del Decapado II se encuentra deteriorada en cuanto a estructuras debido a agentes corrosivos.

Cabe señalar, que ambas líneas presentan deficiencia de equipos, por falta de inversión, por lo que es mayor el nivel de exigencia hacia los equipos que se encuentran físicamente en el área.

Por consiguiente, en la zona centro de proceso se han generado varios eventos que han impactado de manera directa a la empresa, ya que producto de esta problemática la Siderúrgica ha tenido que invertir más en reparación y mantenimiento.

5.1. Layout de Decapado.

A continuación se muestra el diseño desde la vista de planta (vista superior), donde se puede observar la distribución de la planta de Decapado. Permitiendo de esta manera entender cuál es la dirección del proceso, donde comienza y donde termina. (Véase figura 15)

LAMINACIÓN EN CALIENTE (DECAPADOS)

103 SKIN PASS

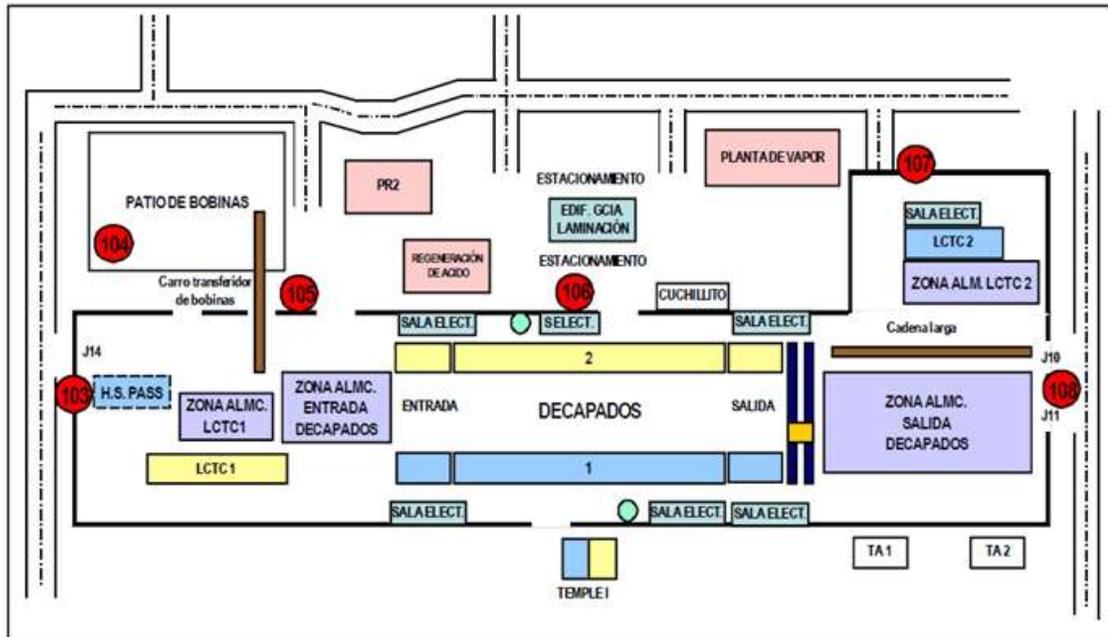
104 PATIO DE BOBINAS

105 ENTRADA DECAPADOS

106 SALIDA DECAPADOS

107 LCTC 2

108 J-10, J-11



Fuente: Intranet Sidor

Figura 15: Diseño del área de los Decapados (vista de planta).

■ Tanques de ácido (HCl)

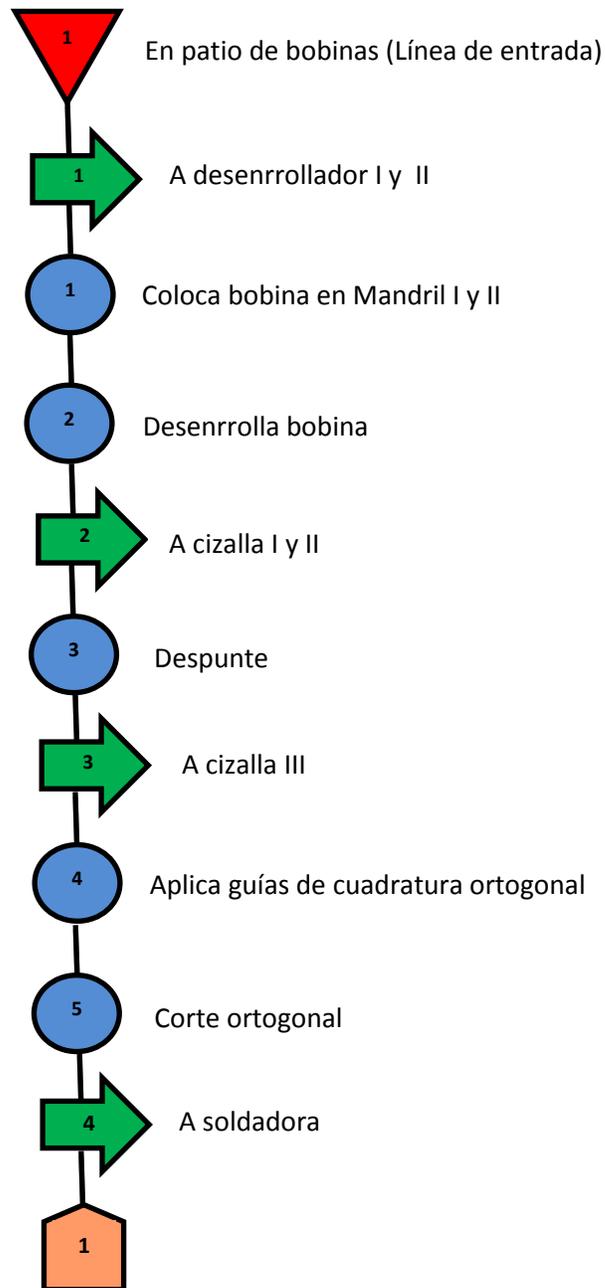
■ Tanques de ácido (HCl)

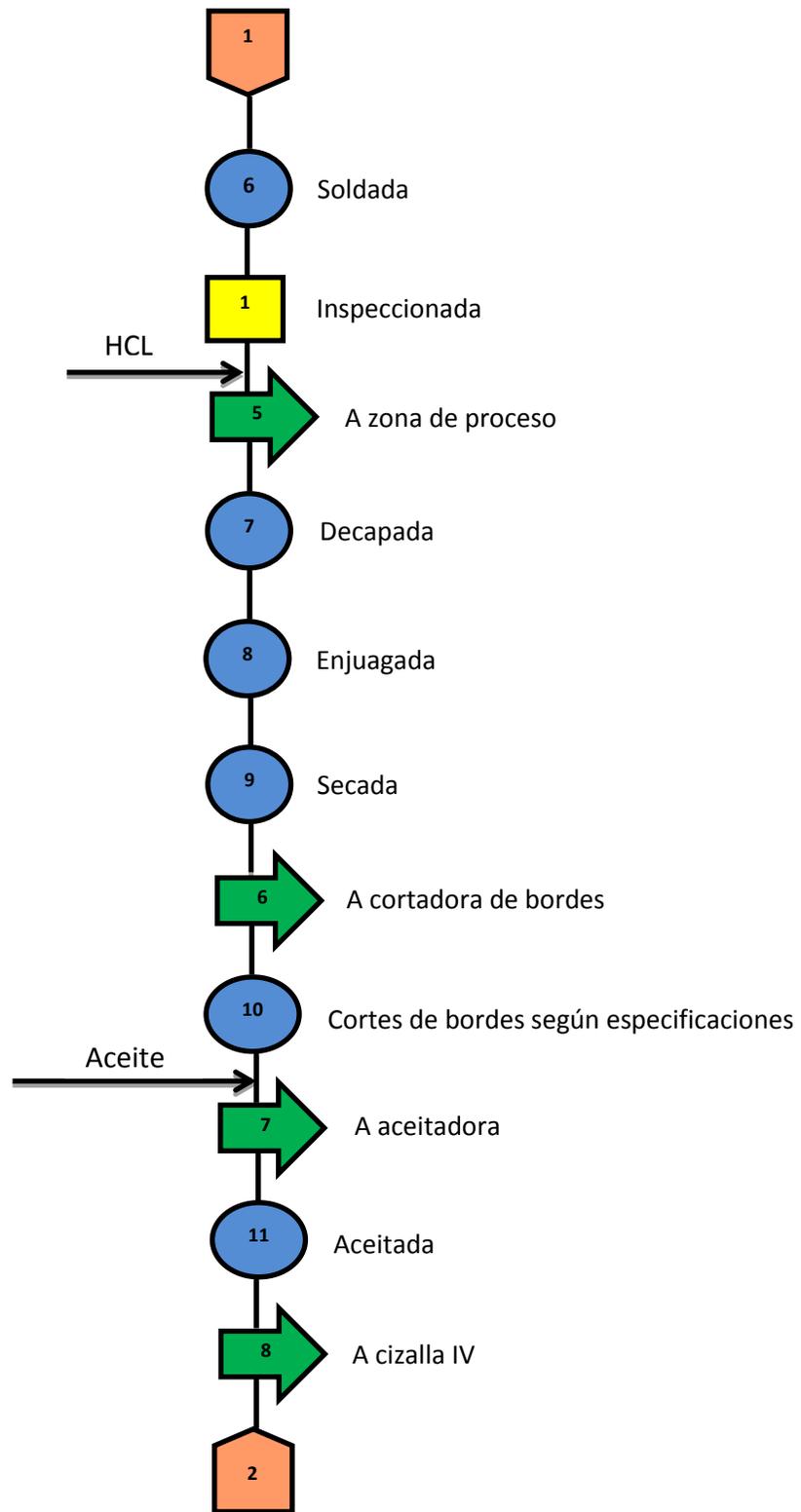
● Lavador de gas

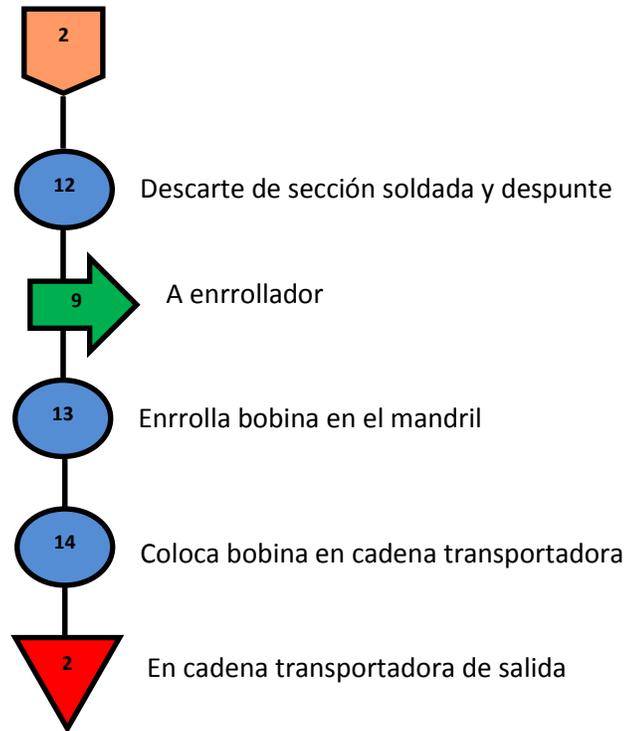
■ Servicio

5.2. Diagrama de Proceso de Decapado.

A continuación se muestra el diagrama de proceso de Decapado, por medio de este se pueden observar las distintas actividades realizadas en la línea de entrada, la zona centro de proceso y la línea de salida.







RESÚMEN

| | ACTIVIDAD | NÚMERO |
|---|----------------|-----------|
|  | OPERACIÓN | 14 |
|  | TRANSPORTE | 9 |
|  | INSPECCIÓN | 1 |
|  | ALMACENAMIENTO | 2 |
| | TOTAL | 26 |

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados de los objetivos formulados en el trabajo de investigación, para ser analizados y proponer posibles soluciones. A continuación se expone el desarrollo de los objetivos planteados:

5.1. Esquematizar el proceso de envío y recepción de ácido, para conocer detalladamente el proceso.

El ácido clorhídrico (HCl) es recibido directamente de la gandola como ácido fresco a una concentración entre 30% y 35% siendo el resto agua. El mismo es depositado en tanques de almacenamiento, luego es enviado a la planta de regeneración para diluirlo con agua y bajar su concentración entre 18 % de HCl y así ser utilizado en el proceso de decapado.

En la zona de proceso de Decapado se realiza la limpieza de la banda, es decir, la extracción o remoción del óxido. Esta zona está conformada por cuatro tanques que contienen ácido clorhídrico en concentraciones, a una temperatura comprendida entre 78°C a 87°C, lo que permite en sí realizar el proceso de decapado. Posteriormente la banda ya decapada es introducida a la zona de enjuague, con el fin de eliminar el remanente de ácido en la banda utilizando agua a presión y por último esta pasa por la unidad de secado con el fin de eliminar el agua que pueda quedar luego del proceso de enjuague.



Este proceso es realizado por dos cámaras que funcionan por medio de unos ventiladores, los cuáles envían el aire de unos conductores a los intercambiadores de calor donde, los conductos y el aire que ellos transportan adquieren temperaturas alrededor de los 80°C para así llegar a la cámara de secado donde pasa el aire y seca la banda. (Véase figura 16).

Luego el líquido extraído en el proceso de limpieza de bandas (ácido saturado) se envía por sobreflujo a la planta de regeneración para recuperar la mayor cantidad posible de esta solución. El proceso de regeneración inicia cuando la sustancia a regenerar entra al Ventuari, donde se realiza un intercambio térmico entre los gases calientes que entran procedentes del reactor, el líquido a regenerar y el agua de enjuague, lo que conduce a una disminución de la temperatura de los gases de escape (desde 850°C hasta 100°C), un aumento de la velocidad y una disminución de la presión en los mismos. El calor liberado produce una evaporación parcial del agua y del ácido clorhídrico, lo que implica un aumento de su concentración en los gases a la entrada del absorbedor. Por su parte la concentración de la sal (FeCl_2) en la solución del separador también aumenta.

La solución concentrada a la salida del separador se divide en dos corrientes parciales: una se retorna al Ventuari y la otra es conducida a través de una lanza al seno del lecho de óxido de hierro en turbulencia contenido en el reactor, en donde se realiza la disociación electrolítica.

El óxido férrico permanece en el reactor y los vapores de cloro viajan con los humos de la combustión, generados en los quemadores adjuntos al reactor, hacia un ciclón en el cual se separa el polvillo de óxido de hierro del resto de la corriente. El óxido de hierro al chocar con las paredes del ciclón va perdiendo energía cinética y ganando energía potencial, por lo tanto comienza a formarse una aspiral descendiente de polvillo que finalmente cae



por gravedad en el canal de retorno y regresa al reactor, los gases continúan su viaje al separador a través de un tubo central.

Una vez realizado el proceso cíclico entre el ciclón y el reactor la corriente gaseosa ingresa al Ventuari calentando de esta manera la solución en recirculación y la solución a regenerar, pasando luego estos gases a la torre de absorción donde los vapores de ácido clorhídrico condensan por la incidencia directa de agua fresca y agua ligeramente ácida proveniente de la zona de enjuague del decapado. El ácido condensado o ácido regenerado va directamente del absorbedor a los tanques de almacenamiento. (Véase figura 17).

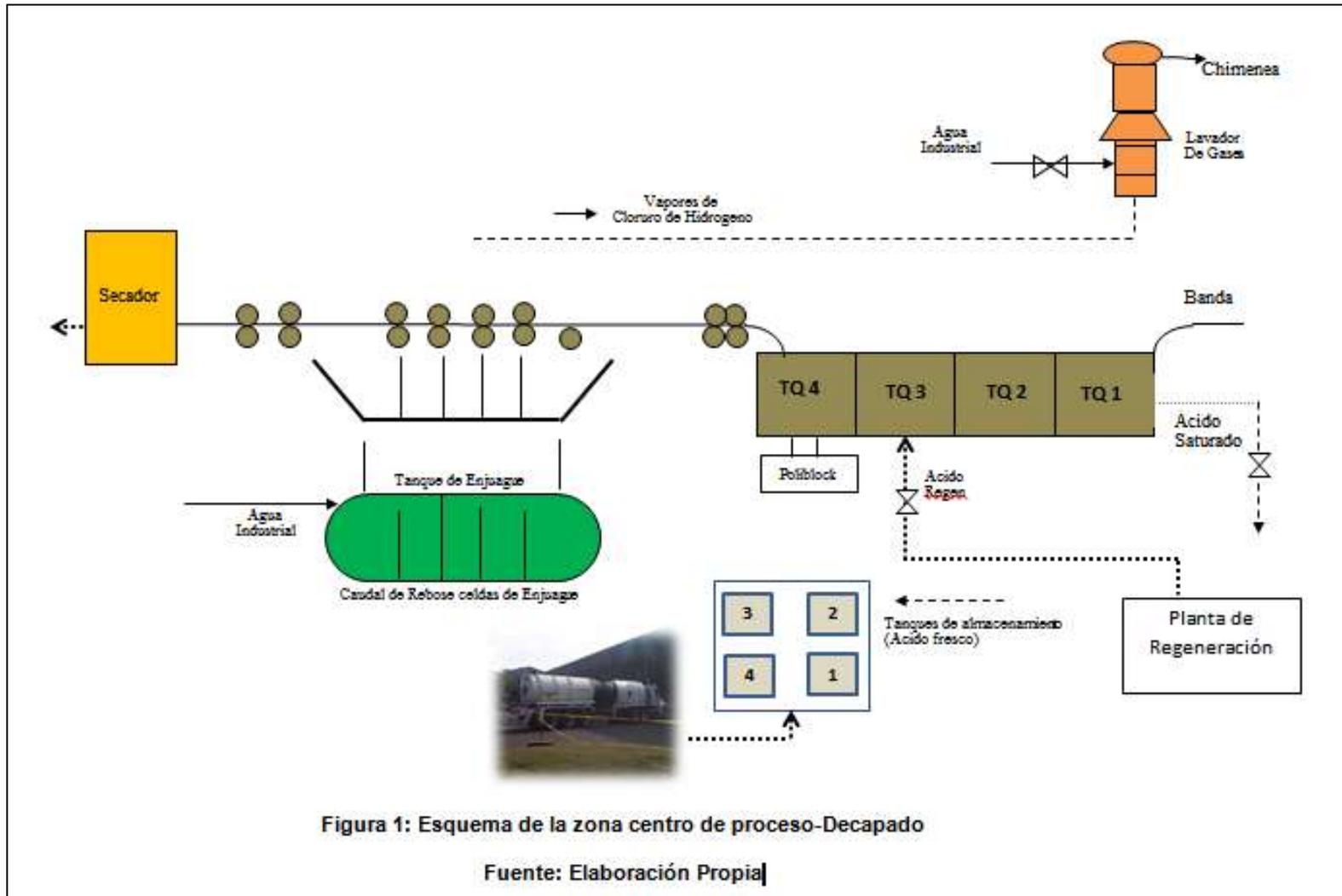
Este sistema de regeneración consta de tres plantas:

-La Planta N° 1 y la planta N° 2: El sistema de extracción de gases está conformado por ductos que forman una chimenea, que inducen y condensan los gases de HCl, disminuyendo la concentración de los mismos.

-La Planta N° 3: Los gases emitidos al ambiente son lavados en una torre de lavado permitiendo disminuir la concentración de HCl en los mismos. Por otra parte las gotas de condensado son separadas de la corriente gaseosa en el separador de gotas para luego ser enviadas al canal de descarga.

Cabe destacar que a la planta N° 1 se le instalaron un separador y un depurador adicional, para que el agua ácida recircule por estos equipos y así poder ser reutilizada por el reactor.

Finalmente el ácido almacenado en los tanques (ácido regenerado) se envía a la zona de proceso de ambos decapados a razón de $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$, a través del tanque 3 de proceso hasta llegar al tanque 1 por cascada.



5.2. Evaluar la situación actual de la zona de proceso en el área de decapado, para diagnosticar el problema existente.

Actualmente el área de decapado, específicamente la zona centro de proceso se encuentra en reparación, ya que los vapores ácidos liberados en el proceso han generado corrosión de los techos y las estructuras, por lo que el área se ha convertido en una zona de alto riesgo. (Véase figura 18).

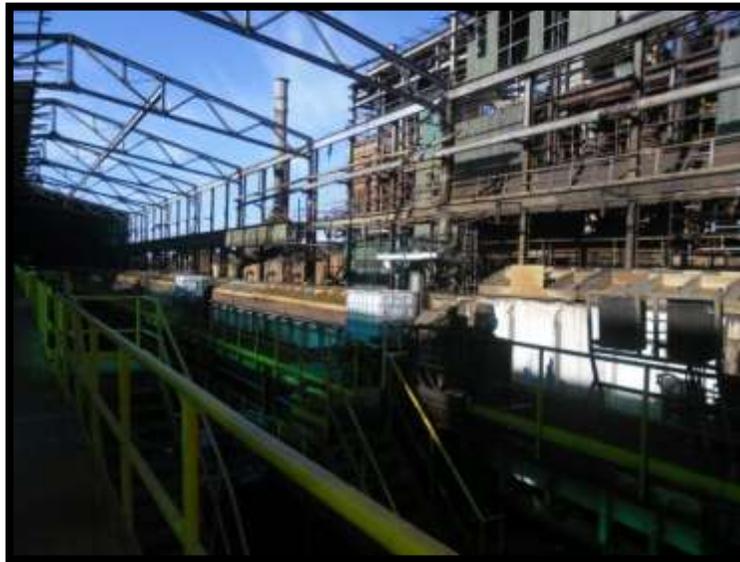


Figura18: Zona centro de Proceso de Decapado

Fuente: Elaboración Propia

Entre los equipos involucrados en la zona centro de proceso de ambos decapados, se tienen los siguientes:

Tanques de HCL: Con capacidad para 90000lts de ácido, tiene cuatro (4) tanques por cada decapado. (Véase figuras 19 y 20 respectivamente)



Figura 19: Tanques de ácido clorhídrico Decapado I

Fuente: Elaboración Propia



Figura 20: Tanques de ácido clorhídrico Decapado II

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a los tanques del decapado I, estos fueron sustituidos por unos de polipropileno, en cambio los tanques del Decapado II siguen siendo de acero, cubiertos con goma especial y con dos capas de ladrillos (refractarios) resistentes a altas temperaturas.

Zona de enjuague: Compuesto por celdas en donde se inyecta a la banda agua a presión mediante toberas, esto con el fin de remover el HCl remanente en la banda luego de su salida de los tanques. Cada decapado tiene una zona de enjuague. (Véase figura21)



Figura 21: Zona de enjuague

Fuente: Elaboración Propia

Las celdas de la zona de enjuague del Decapado I no cuentan con la cantidad de bombas requeridas, es decir, de diez (10) bombas solo cinco (5) están operativas, y las celdas del Decapado II están en las mismas condiciones que la del Decapado I, de diez (10) bombas solo cinco (5) están operativas.

Cabe destacar, que las celdas de la zona de enjuague de ambas líneas de Decapado carecen de bombas de reserva.

Zona de secado: Conformado por rodillos exprimidores y por soplador de aire caliente que elimina el líquido remanente en la banda. Cada decapado posee una zona de secado. (Véase figuras 22 y 23 respectivamente)



Figura 22: Soplador- Zona de secado Decapado I
Fuente: Elaboración Propia



Figura 23: Soplador- Zona de secado Decapado II
Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar, que los secadores de banda de ambas líneas de Decapado están en óptimas condiciones para la realización del proceso.

Los rodillos inductivos y los exprimidores intermedios del Decapado I fueron sustituidos, ya que estaban completamente desgastados (Véase figura 24), en cambio los rodillos del Decapado II se encuentran

actualmente desgastados, no se han cambiado por falta de grúa en la zona de proceso.



Figura 24: Rodillos inductivos Decapado I

Fuente: Elaboración Propia

Otros de los equipos con que cuenta la zona de proceso y que son de suma importancia, son los siguientes:

Extractor de gas: limita la exposición de vapores ácidos al ambiente.

Con respecto al extractor de gas del decapado I (véase figura 25), éste se encuentra operativo, mientras que el extractor del decapado II está totalmente deteriorado, por lo tanto, los gases no están siendo tratados correctamente y están generando altos índices de contaminación. (Véase figura 26)



Figura 25: Extractor de gas Decapado I
Fuente: Elaboración Propia



Figura 26: Extractor de gas Decapado II
Fuente: Elaboración Propia

Bomba Cepic: Su función es recircular el ácido clorhídrico (HCl) en los tanques de procesos de ambos decapados. (Véase figura 27)



Figura 27: Bomba Ceric
Fuente: Elaboración Propia

Intercambiador de calor (Poliblock): Su función es transferir calor a la solución (HCl), para llevarla a la temperatura deseada. (Véase figura 28)



Figura 28: Intercambiador de calor
Fuente: Elaboración Propia

Según la práctica operativa los tanques de ambas líneas de decapado deben contar con los siguientes equipos: (Véase tabla 2)

Tabla 2: Equipos de los Decapados LAC

| TANQUE | POLIBLOCK | BOMBA CEPIC |
|----------|-------------|-------------|
| TANQUE 1 | POLIBLOCK 1 | BOMBA 1 |
| | | BOMBA 2 |
| | POLIBLOCK 2 | BOMBA 3 |
| | | BOMBA 4 |
| | POLIBLOCK 3 | BOMBA 5 |
| | | BOMBA 6 |
| TANQUE 2 | POLIBLOCK 4 | BOMBA 7 |
| | | BOMBA 8 |
| | POLIBLOCK 5 | BOMBA 9 |
| | | BOMBA 10 |
| TANQUE 3 | POLIBLOCK 6 | BOMBA 11 |
| | | BOMBA 12 |
| | POLIBLOCK 7 | BOMBA 13 |
| | | BOMBA 14 |
| TANQUE 4 | POLIBLOCK 8 | BOMBA 15 |
| | | BOMBA 16 |
| | POLIBLOCK 9 | BOMBA 17 |
| | | BOMBA 18 |

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, al momento de hacer recorrido por la zona centro de proceso se pudo observar que existe deficiencia de equipos. El decapado I de nueve (9) poliblock solo cuatro (4) están en servicio y de dieciocho (18) bombas Cepic cuatro (4) están operativas, al igual que el decapado II de nueve (9) poliblock cuatro (4) están en servicio y de dieciocho (18) bombas Cepic cuatro (4) están operativas. Evidentemente el área de decapado de laminación en caliente, no cuenta con la cantidad de equipos establecidos por la práctica operativa, es decir, se está incumpliendo la práctica por falta de inversión en la zona de proceso. Por

lo tanto, el nivel de exigencia hacia los equipos es mayor, por tal motivo se generaron varias explosiones de poliblock en el año 2012.

La tabla N° 3 y N° 4 muestran la situación actual de los Poliblock y las bombas Cepic de los tanques de ambas líneas de Decapado.

Tabla 3: Situación Actual- Poliblock y bombas Cepic DC-1

| DECAPADO I | | | | |
|------------|-------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| TANQUE | POLIBLOCK | ESTADO | BOMBA CEPIC | ESTADO |
| TANQUE 1 | POLIBLOCK 1 | Fuera de servicio | BOMBA 1 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 2 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 2 | Existe y está fuera de servicio | BOMBA 3 | En servicio |
| | | | BOMBA 4 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 3 | En servicio | BOMBA 5 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 6 | Fuera de servicio |
| TANQUE 2 | POLIBLOCK 4 | Fuera de servicio | BOMBA 7 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 8 | No existe |
| | POLIBLOCK 5 | En servicio | BOMBA 9 | En servicio |
| BOMBA 10 | | | Fuera de servicio | |
| TANQUE 3 | POLIBLOCK 6 | En servicio | BOMBA 11 | En servicio |
| | | | BOMBA 12 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 7 | Fuera de servicio | BOMBA 13 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 14 | Fuera de servicio |
| TANQUE 4 | POLIBLOCK 8 | Fuera de servicio | BOMBA 15 | En servicio |
| | | | BOMBA 16 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 9 | En servicio | BOMBA 17 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 18 | Fuera de servicio |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Situación Actual- Poliblock y bombas Cepic DC-2

| DECAPADO II | | | | |
|-------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|
| TANQUE | POLIBLOCK | ESTADO | BOMBA CEPIC | ESTADO |
| TANQUE 1 | POLIBLOCK 1 | Existe y está fuera de servicio | BOMBA 1 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 2 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 2 | Fuera de servicio | BOMBA 3 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 4 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 3 | En servicio | BOMBA 5 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 6 | En servicio |
| TANQUE 2 | POLIBLOCK 4 | Fuera de servicio | BOMBA 7 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 8 | En servicio |
| | POLIBLOCK 5 | En servicio | BOMBA 9 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 10 | Fuera de servicio |
| TANQUE 3 | POLIBLOCK 6 | En servicio | BOMBA 11 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 12 | Existe y está fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 7 | Fuera de servicio | BOMBA 13 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 14 | En servicio |
| TANQUE 4 | POLIBLOCK 8 | En servicio | BOMBA 15 | Fuera de servicio |
| | | | BOMBA 16 | Fuera de servicio |
| | POLIBLOCK 9 | Fuera de servicio | BOMBA 17 | En servicio |
| | | | BOMBA 18 | Fuera de servicio |

Fuente: Elaboración Propia

De manera general se puede decir que la zona centro de proceso no está en perfectas condiciones y se han presentado varios eventos inesperados, ocasionando altos índices de pérdidas de ácido clorhídrico (HCl), por tal motivo se realizó el presente estudio, con el fin de analizar los desvíos de consumo de ácido clorhídrico en ambas líneas de decapados y así poder atacar las principales causas, para minimizar los costos en la empresa y el alto índice de contaminación al ambiente.

5.3. Analizar la fórmula de consumo estándar de ácido.

El consumo estándar de ácido es calculado por la siguiente fórmula:

$$STD \text{ Ácido Flexibilizado} = \left(\frac{KgHCLFresco / tonDec}{0.6 \times Ajuste} \right) 1.12 \quad [Kg/tn]$$

Una vez expresada la fórmula de consumo, es importante saber cómo determinar cada uno de sus componentes:

Para calcular los Kg de HCl Fresco/ ton Dec, se tiene que:

$$Kg \text{ HCl Fresco} / ton \text{ Dec} = \frac{Kg \text{ de HCl al } 30\% / Kg \text{ de óxido}}{Kg \text{ de óxido} / ton \text{ Dec}}$$

Se determinan los Kg de HCl al 30%/ Kg de óxido, calculando la concentración de HCl Fresco, la facilidad de disolución del F_e en la



solución de HCl y el Peso molecular de la resultante de la reacción de cada tipo de óxido con HCl.

$$\checkmark \quad \text{Concentración de HCl Fresco} = \frac{100}{\% \text{ HCl Concentración Fresco}}$$

$$\checkmark \quad \text{Facilidad de disolución del Fe en la solución de HCl} = \frac{\text{Peso Molecular HCl}}{\frac{\text{FeO} + 2\text{HCl}}{100}}$$

El óxido de Hierro (FeO) es el que se ha definido en el proceso, por lo tanto, se calcula la facilidad de disolución para este tipo de óxido, aplicando la fórmula anterior.

Partiendo de un estudio realizado por un comité de la empresa, se tiene la composición de los diferentes tipos de óxidos presentes en el material que es procesado por las líneas de Decapado, tomando como referencia la capa de óxido de la Siderúrgica de Argentina (Siderar):



Para determinar el peso molecular de la resultante de la reacción de cada tipo de óxido con HCl, se calcula lo siguiente:

$$✓ \quad 71.8 \text{ Peso Molecular del } FeO = \% (FeO + 2HCl) \times 2 \times \left(\frac{1}{71.8} \right)$$

$$✓ \quad 231.4 \text{ Peso Molecular del } Fe_3O_4 = \% (Fe_3O_4 + 2HCl) \times 8 \times \left(\frac{1}{231.4} \right)$$

$$✓ \quad 159.6 \text{ Peso Molecular del } Fe_2O_3 = \% (Fe_2O_3 + 2HCl) \times 2 \times \left(\frac{1}{159.6} \right)$$

Luego se suman los resultados arrojados por las tres (3) fórmulas anteriores, y de esta manera se determina el peso molecular de la resultante de la reacción de cada tipo de óxido con HCl.

Seguido a esto, se multiplican los resultados obtenidos de la concentración de HCl Fresco, la facilidad de disolución del Fe en la solución de HCl y el peso molecular de la resultante de la reacción de cada tipo de óxido con HCl, para calcular los Kg de HCl al 30%/Kg de óxido que se requieren para determinar los Kg de HCl Fresco/ ton Dec.

Para el cálculo de los Kg de óxido/ton Dec, se tiene:

$$Kg \text{ de óxido/ ton Dec} = \frac{\text{Prom. de Kg de óxido en ambas Sup.}}{\text{ton de carga}}$$

El promedio de Kg de óxido en ambas Superficies se obtiene por medio de la siguiente relación:

$$\text{Prom. de Kg de óxido en ambas Sup.} = \text{Sup. Dec} \times \text{capa de óxido de Siderar}$$

Se tienen los siguientes parámetros:

- ✓ Capa de óxido de Siderúrgica de Argentina (Siderar) : 0.0437 Kg/m²
- ✓ Peso Molecular HCl: 36.50 gr/mol
- ✓ Ajuste: 1.25
- ✓ Densidad de HCl Regenerado: 1.12 Kg/lts

Por último se tiene el factor 0.6, q deriva de la relación entre el ácido fresco y el ácido regenerado utilizado en el proceso, como se puede observar en la siguiente fórmula:

$$0.6 \frac{\text{Reg.}}{\text{Fresc.}} = \frac{18\% \text{ Concentración HCL Regenerado}}{30\% \text{ Concentración HCL Fresco}}$$

Todo el proceso mostrado anteriormente, se realiza para determinar la cantidad de ácido que se requiere para disolver los diferentes óxidos presentes en el material. (Referencia teórica)

5.4. Evaluar las pérdidas de ácido clorhídrico en las líneas de decapado continuo I y II e interpretar los gráficos para proponer posibles soluciones.

Con este objetivo se logró conocer las pérdidas de ácido clorhídrico (HCl) generadas en el período 2012, los eventos que más impactaron y aquellos a los cuales se les debe hacer el seguimiento correspondiente, para así poder analizar y plantear las mejoras correspondientes.

A continuación se presenta el balance de ingresos y pérdidas mensuales de HCL en los Decapados de Laminación en caliente, (Véase tabla 5).

Tabla 5: Balance de HCL- Período 2012

| MES | INGRESO MENSUAL DE HCl (Kg) | PÉRDIDAS MENSUAL HCl (m3) |
|------------|-----------------------------|---------------------------|
| ENERO | 56800 | -197 |
| FEBRERO | 372000 | -459 |
| MARZO | 520100 | -341 |
| ABRIL | 173568 | -252 |
| MAYO | 114680 | -185 |
| JUNIO | 58060 | -305 |
| JULIO | 144360 | -260 |
| AGOSTO | 172820 | -132 |
| SEPTIEMBRE | 230240 | -250 |
| OCTUBRE | 88320 | -36 |
| NOVIEMBRE | 114960 | -465 |
| DICIEMBRE | 142648 | -212 |

Fuente: Elaboración Propia

Pérdidas Mensual de HCL Período 2012

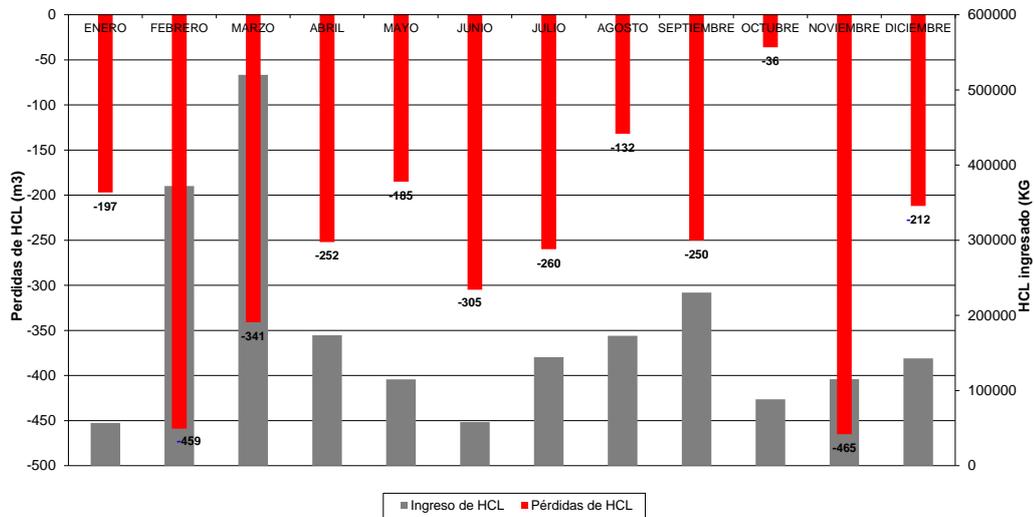


Gráfico2: Pérdidas e Ingreso Mensual de HCL- Período 2012

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el gráfico 2, que los meses con mayor índice de desviación fueron: febrero, marzo, junio y noviembre, en los cuales se presentaron varios eventos imprevistos, tales como: Desgaste del primer par de rodillos inductivos, fuga de ácido en la conexión de la manguera de la bomba a la entrada del poliblock 1, quedando fuera de servicio el DC_1, filtración de HCl en tubería de envío continuo del DC_2 y también completando nivel para arranque de línea.

Luego de haber identificado los meses con mayores desviaciones y posibles eventos, se procedió a analizar cuáles fueron las principales causas que generaron dicha problemática, con el objetivo principal de disminuir los desvíos en la producción de decapado.

A continuación se muestran las principales observaciones que fueron registradas en el período 2012, permitiendo el desarrollo del presente trabajo: (Véase tabla 6)

Tabla 6: Observaciones registradas en Decapado.

| MES | CAUSA | PÉRDIDA DE HCL | RESPONSABLE |
|------------|--|----------------|------------------------|
| ENERO | Completando nivel- Arranque de línea | -44 | |
| | Fuga en manguera de alivio de bomba Cepic | -34 | Mantenimiento Decapado |
| | Filtración de HCL en el poliblock 4 – Tanque 2 | -7 | Mantenimiento Decapado |
| FEBRERO | Completando nivel- Arranque de línea | -60 | |
| | Desgaste de rodillos inductivos | -39 | Mantenimiento Decapado |
| | Fuga de HCL en conexión de la bomba Cepic a la entrada del poliblock 1 | -4 | Mantenimiento Decapado |
| MARZO | Completando nivel- Arranque de línea | -61 | |
| | Filtración de HCL en sobreflujo del tanque 1 | -22 | Mantenimiento Decapado |
| ABRIL | Fuga en poliblock | -30 | Mantenimiento Decapado |
| | Completando nivel- Arranque de línea | -26 | |
| MAYO | Completando nivel- Arranque de línea | -42 | |
| | Filtración de HCL en sobreflujo de bomba Cepic | -10 | Mantenimiento Decapado |
| JUNIO | Completando nivel- Arranque de línea | -34 | |
| | Fuga de HCL en válvula entre la entrada al tanque y la bomba Cepic | -16 | Mantenimiento Decapado |
| | Fuga de HCL en PT-100 del poliblock 2 del tanque 1 | -13 | Mantenimiento Decapado |
| JULIO | Completando nivel- Arranque de línea | -45 | |
| AGOSTO | Completando nivel- Arranque de línea | -30 | |
| SEPTIEMBRE | Completando nivel- Arranque de línea | -70 | |
| OCTUBRE | Completando nivel- Arranque de línea | -19 | |
| NOVIEMBRE | Completando nivel- Arranque de línea | -62 | |
| | Filtración de HCL en tubería de envío continuo del DC-2 | -48 | Mantenimiento Decapado |
| DICIEMBRE | Fuga de HCL en válvula de descarga | -107 | Operaciones Decapado |
| | Completando nivel- Arranque de línea | -27 | |

Fuente: Elaboración Propia

En forma general, tomando como base las observaciones mencionadas anteriormente en la tabla 5, se realizó un diagrama de Pareto- ABC donde se muestran las tres (3) principales causas que generaron grandes pérdidas de ácido clorhídrico (HCl) en las líneas de Decapado I y II. (Véase tabla 7)

Tabla 7: Tabla de Datos para Diagrama de Pareto ABC.

| AÑO | CAUSAS | PÉRDIDAS (m³) |
|------------|---|---------------------------------|
| 2012 | Completando nivel- Arranque de línea | -520 |
| | Fuga de HCL en válvula de descarga | -107 |
| | Filtración de HCL en tubería de envío continuo del DC-2 | -48 |

Fuente: Elaboración Propia

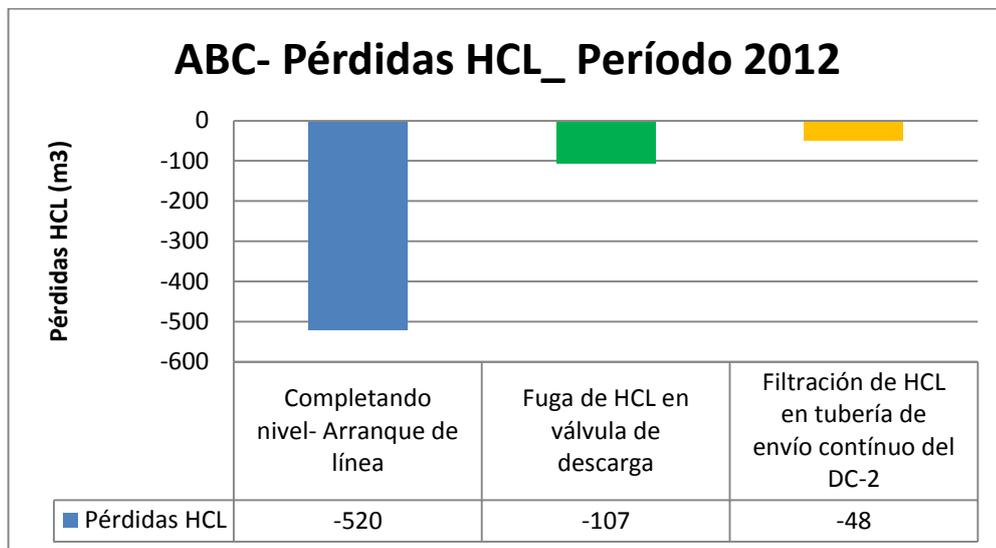


Gráfico 3: Diagrama de Pareto ABC Pérdidas HCL.

Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico 3 se evidencia, que el evento que más impactó en el período 2012 fue completando nivel por arranque de línea, generando un total de 520 m³ de pérdidas de ácido. Cabe señalar, que este evento se presenta mayormente por fugas o filtraciones de tuberías y por tanto se debe detener el proceso. Otro de los incidentes que se presentó, fue la fuga de ácido por válvula de descarga generando 107 m³ de pérdida, por negligencia del técnico de turno, ya que no se percató de que la válvula estaba abierta y solicitó a la planta de regeneración el envío de ácido. Por lo tanto, los eventos mencionados anteriormente son los primeros que deben ser estudiados para tomar las acciones pertinentes.

CONCLUSIONES

En base al estudio realizado sobre el análisis del desvío de consumo de ácido clorhídrico en el área de Decapado y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

- 1) De acuerdo a las observaciones tomadas por turno, el principal evento que más impactó en el período 2012 y que generó altos índices de pérdidas de ácido clorhídrico, fue completando nivel por arranque de línea.
- 2) La zona de proceso de ambas líneas de Decapado no cuentan con la cantidad de equipos que establece la práctica operativa.
- 3) Existe una cuadrilla de trabajadores que no registran las observaciones, por tal motivo se desconocen en cierta parte las causas que han generado los desvíos de ácido.
- 4) Existe corrosión de techos y estructuras, por los vapores ácidos liberados en el proceso y que no son tratados correctamente por los extractores de gases.
- 5) Actualmente los rodillos inductivos y exprimidores de la zona centro de proceso de Decapado II se encuentran desgastados, no han podido ser sustituidos por falta de grúa.
- 6) No se cumple rigurosamente con un plan de mantenimiento de los equipos, y en los períodos establecidos por los mismos, por falta de recursos.
- 7) Los técnicos de procesos presentan deficiencia en la realización de las actividades que les competen.



-
- 8) Actualmente no se lleva un control efectivo de las pérdidas de ácido clorhídrico.

 - 9) No se cuenta con suficientes registros históricos de los eventos presentados en la zona de proceso.

 - 10) Se desconocen factor ajuste de la fórmula de consumo, ya que esa información era manejada por trabajadores que han sido egresados de la empresa.



RECOMENDACIONES

En función de los resultados y las conclusiones obtenidas se recomiendan las acciones siguientes:

- 1) Realizar recorridos continuos por el área de Decapado, para detectar las posibles fallas que pudieran generar desvíos de ácido.
- 2) Asegurarse de que los técnicos de proceso estén cumpliendo correctamente con su trabajo.
- 3) Realizar charlas a los operadores, para que de esta manera puedan llevar a cabo sus actividades sin ningún tipo de debilidad.
- 4) Velar por el mantenimiento correctivo de los equipos.
- 5) Hacer seguimientos a los rodillos exprimidores e inductivos, para su debidos cambios, procurando la disminución de pérdidas de ácido por desgastes de los mismos.
- 6) Velar por el cumplimiento de la práctica operativa de Decapado.
- 7) Asegurarse de que los operadores y los supervisores de Decapado registren las observaciones por turno, para conocer las causas que están generando mayor índice de pérdidas.
- 8) Continuar con el balance de ácido para llevar un control efectivo del ingreso de las pérdidas de ácido generadas en el proceso.

- 9) Llevar un registro en la base de datos de Sidor de las pérdidas de ácido generadas por turno, con sus respectivas causas, para determinar la frecuencia con que se presentan y así hacerles seguimiento para tomar las acciones pertinentes.

- 10) Verificar si la fórmula utilizada para determinar el consumo estándar de ácido es la correcta.

BIBLIOGRAFÍA

- Cedeño, E (2011). ***Procedimientos de Emergencia para el Control de Derrames de Ácido Clorhídrico en el Proceso de Decapado de manera de minimizar el Impacto al Ambiente, Personal y Equipo de Sidor C.A. Ciudad Guayana - Estado Bolívar.*** Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ambiente y de los Recursos Naturales. Núcleo Ciudad Bolívar.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. ***Metodología de la investigación.*** Derechos Reservados © 1991. Edo. de México.
- Manual de Decapado y Planta de Regeneración de HCL (2012).
- Práctica Operativa de Decapado.(2012)
- Práctica Operativa de la Planta de Regeneración. (2012).
- Ramírez, T. ***“Como hacer un proyecto de investigación”*** (Nueva Edición), Editorial Panapo de Venezuela, C.A. Caracas – Venezuela.
- Rivas, M (2002). ***Determinar Pérdidas de HCL en la Planta de Regeneración perteneciente a la Superintendencia Aguas (Sidor).*** Informe Especial de Grado. Departamento de Química Industrial. I.U.T.I “Rodolfo Loero Arismendi”.
- ROJAS NARVÁEZ, Rosa. ***Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación.*** Segunda edición ampliada y corregida. Puerto Ordaz 1997.



-
- Solano, A (2005). ***Evaluación del Control Interno del Consumo de Ácido Clorhídrico en el Área de Decapado de la Empresa Sidor, C.A.*** Informe Especial de pasantías. Departamento de Administración, Contabilidad y Finanzas. Fundación la Salle.
 - Turmero Iván. Láminas del material de Ingeniería de Métodos.

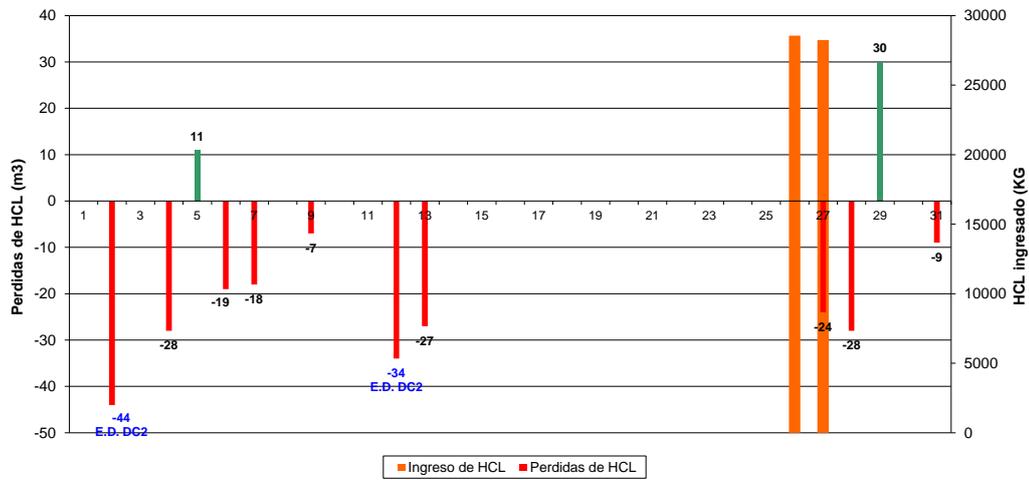
ANEXOS

| Mes | Día | Kg de HCL ingresados | V (m ³) de HCL ingresados | Pérdidas de HCL |
|-----|-----|----------------------|---------------------------------------|-----------------|
| | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| | 4 | | | |
| | 5 | | | |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | |
| | 8 | | | |
| | 9 | | | |
| | 10 | | | |
| | 11 | | | |
| | 12 | | | |
| | 13 | | | |
| | 14 | | | |
| | 15 | | | |
| | 16 | | | |
| | 17 | | | |
| | 18 | | | |
| | 19 | | | |
| | 20 | | | |
| | 21 | | | |
| | 22 | | | |
| | 23 | | | |
| | 24 | | | |
| | 25 | | | |
| | 26 | | | |
| | 27 | | | |
| | 28 | | | |
| | 29 | | | |
| | 30 | | | |
| | 31 | | | |

Anexo 1: Formato de balance de ácido clorhídrico

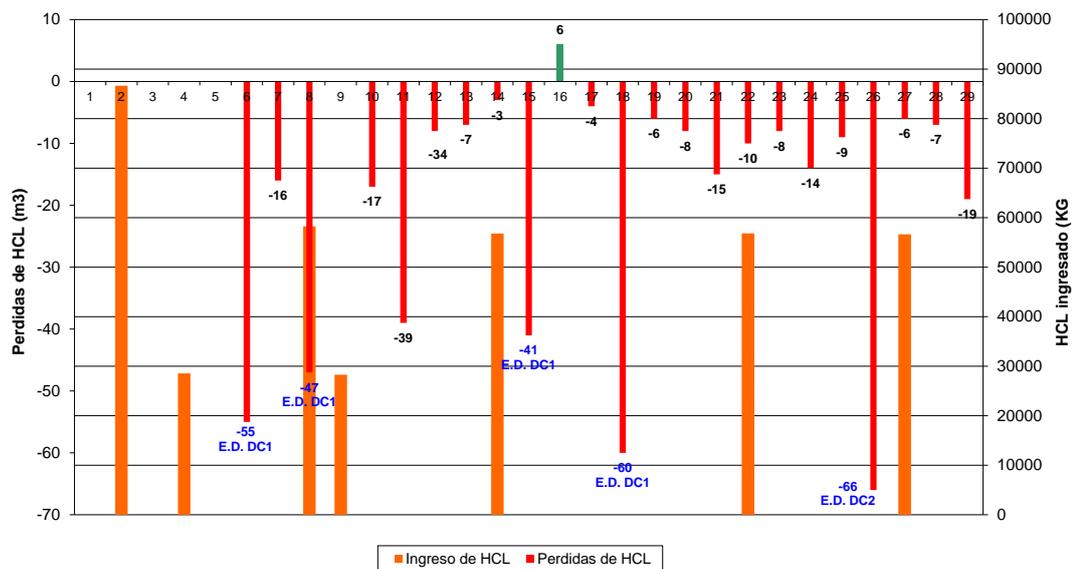
APÉNDICES

Pérdidas de HCL Enero 2012



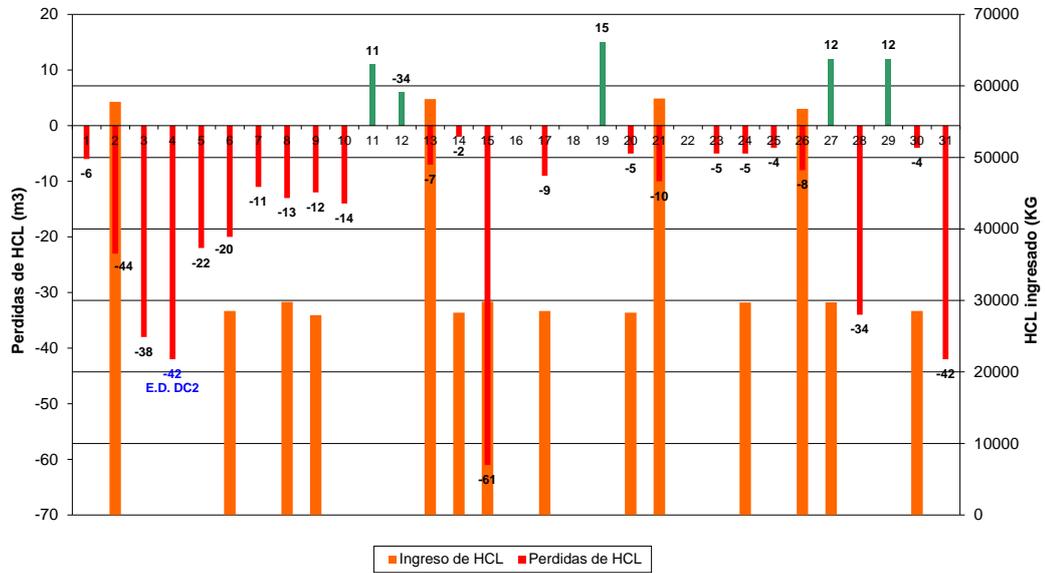
Apéndice 1: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Enero

Pérdidas de HCL Febrero 2012



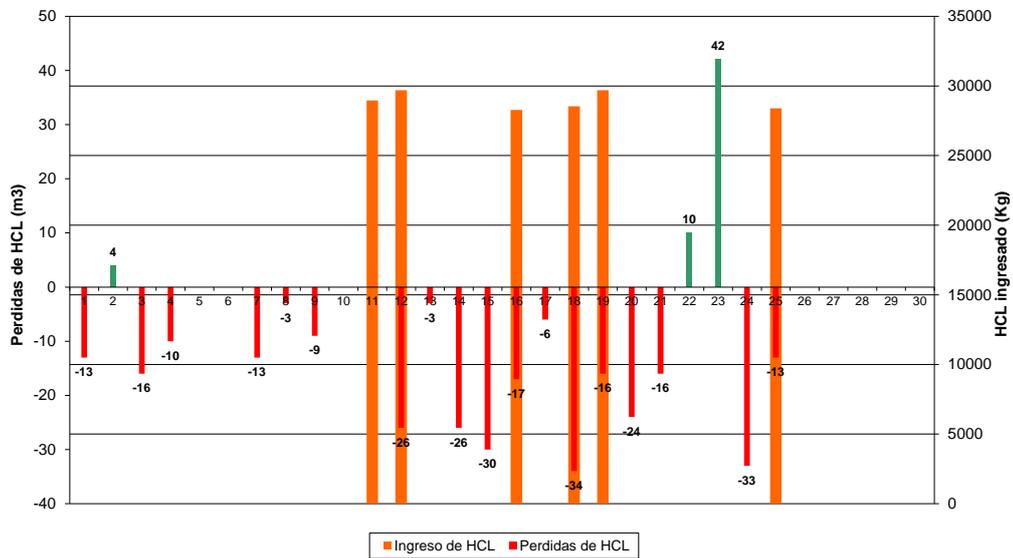
Apéndice 3: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Febrero

Pérdidas de HCL Marzo 2012



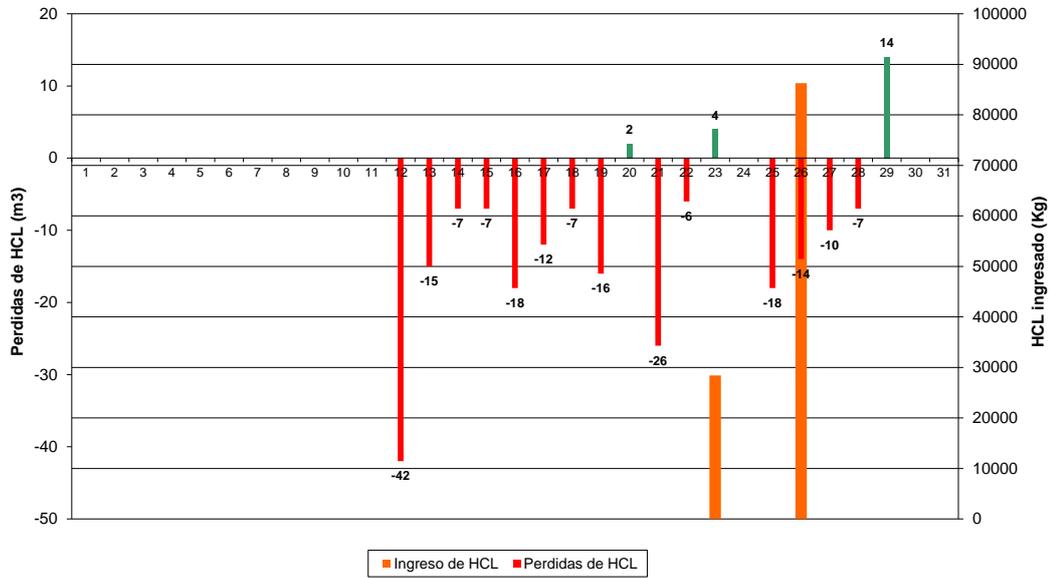
Apéndice 4: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Marzo

Pérdidas de HCL Abril 2012



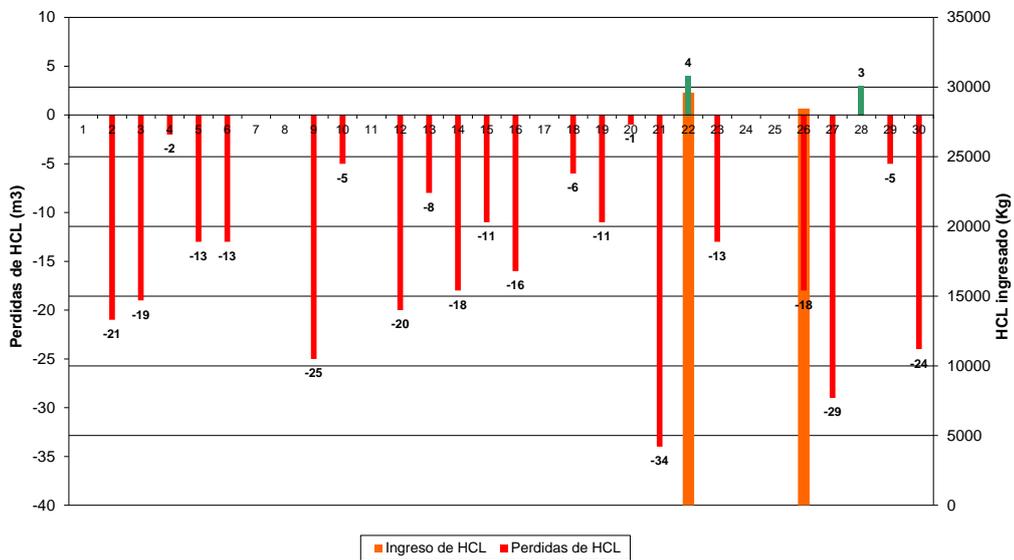
Apéndice 5: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Abril

Pérdidas de HCL Mayo 2012



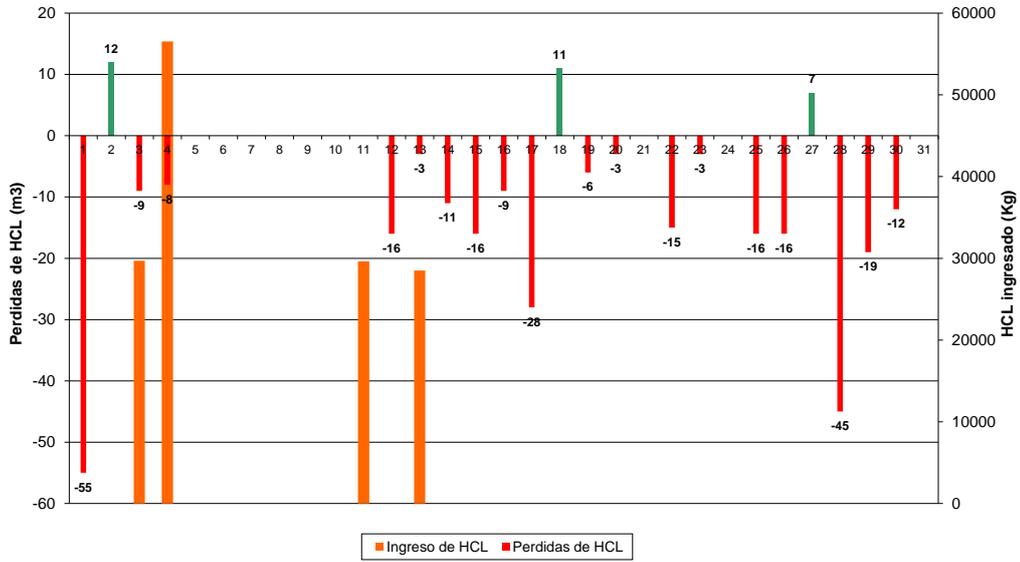
Apéndice 6: Ingresos y Pérdidas de HCI_ Mayo

Pérdidas de HCL Junio 2012



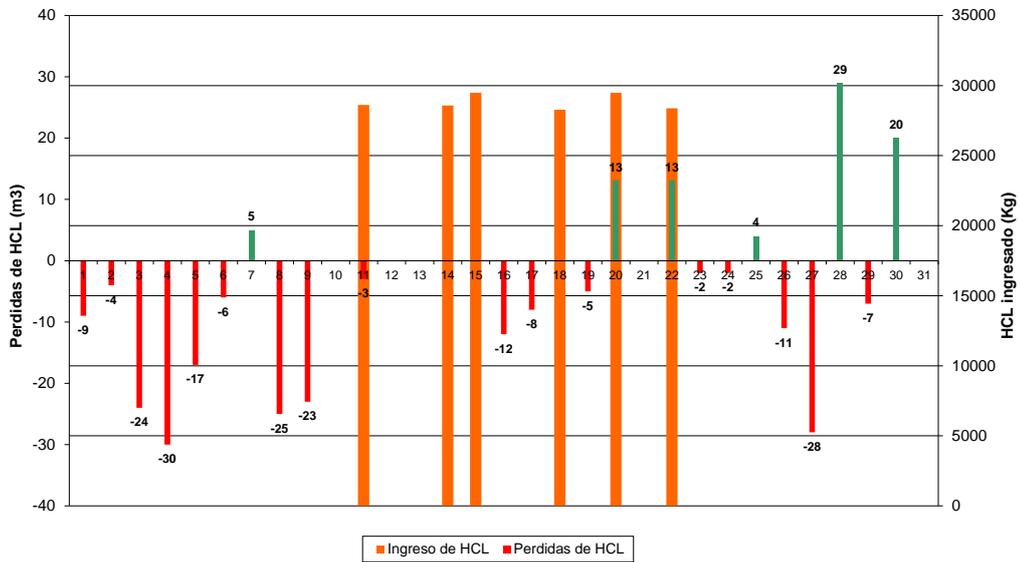
Apéndice 7: Ingresos y Pérdidas de HCI_ Junio

Pérdidas de HCL Julio 2012



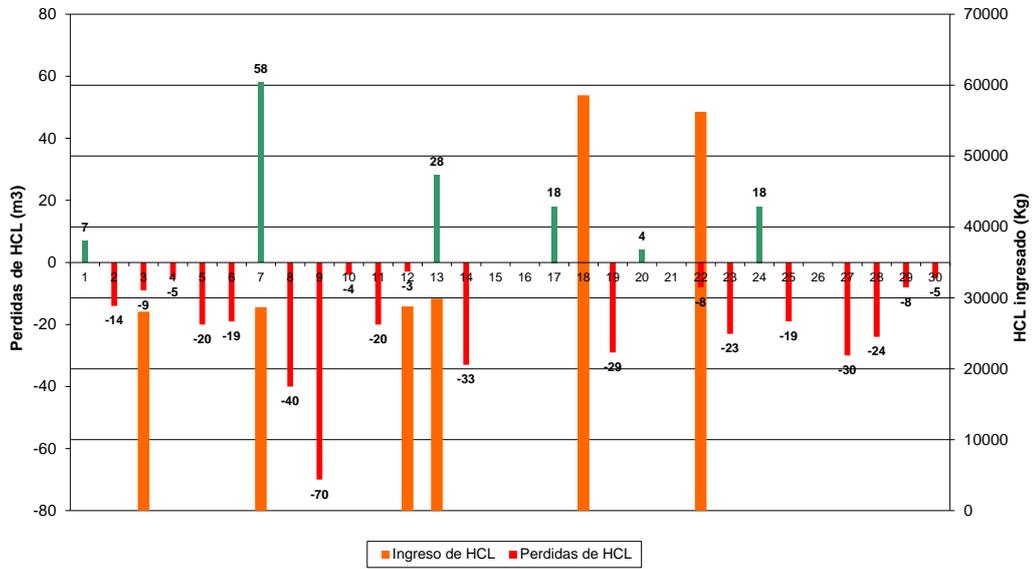
Apéndice 8: Ingresos y Pérdidas de HCI_ Julio

Pérdidas de HCL Agosto 2012



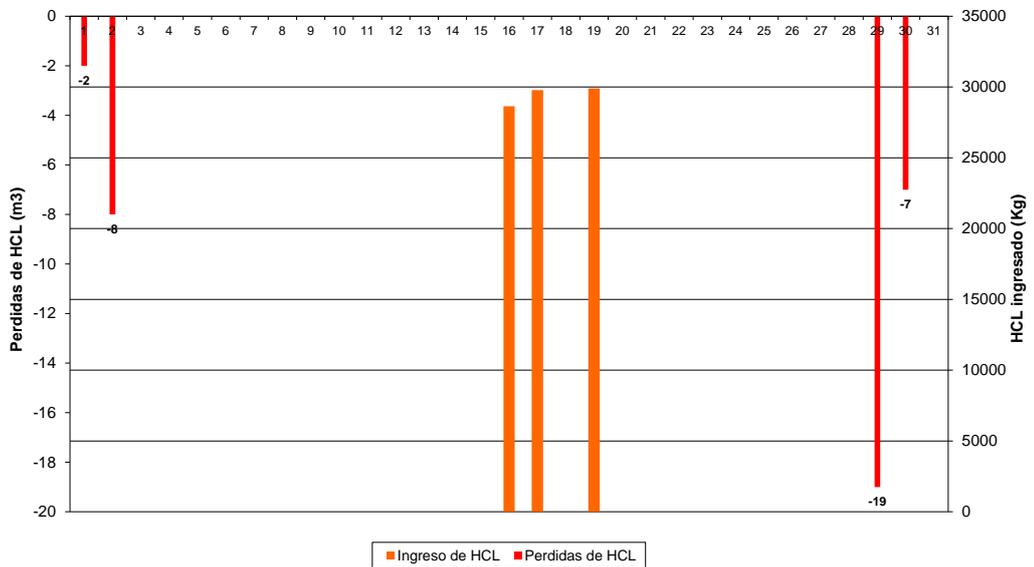
Apéndice 9: Ingresos y Pérdidas de HCI_ Agosto

Pérdidas de HCL Septiembre 2012



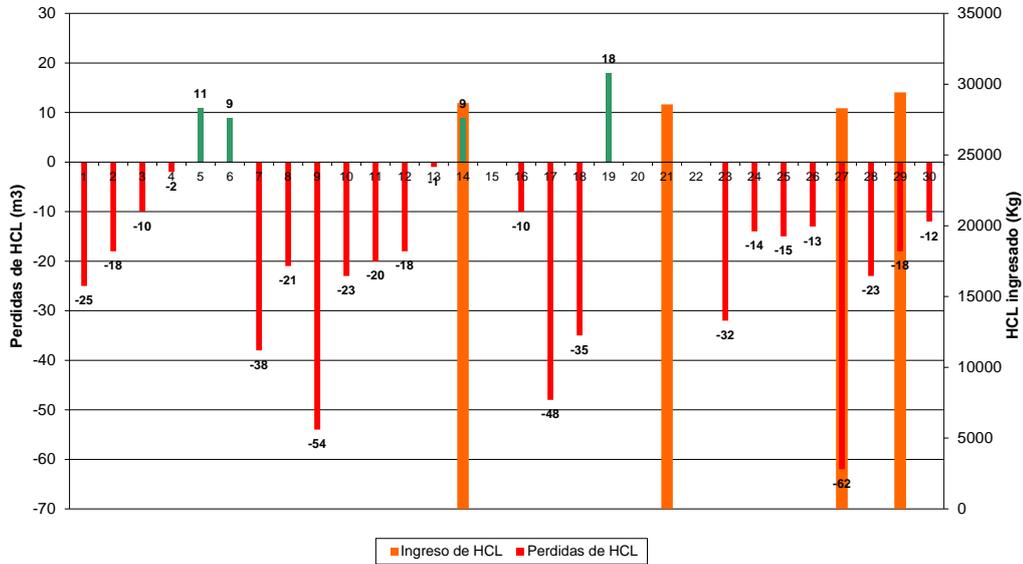
Apéndice 10: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Septiembre

Pérdidas de HCL Octubre 2012



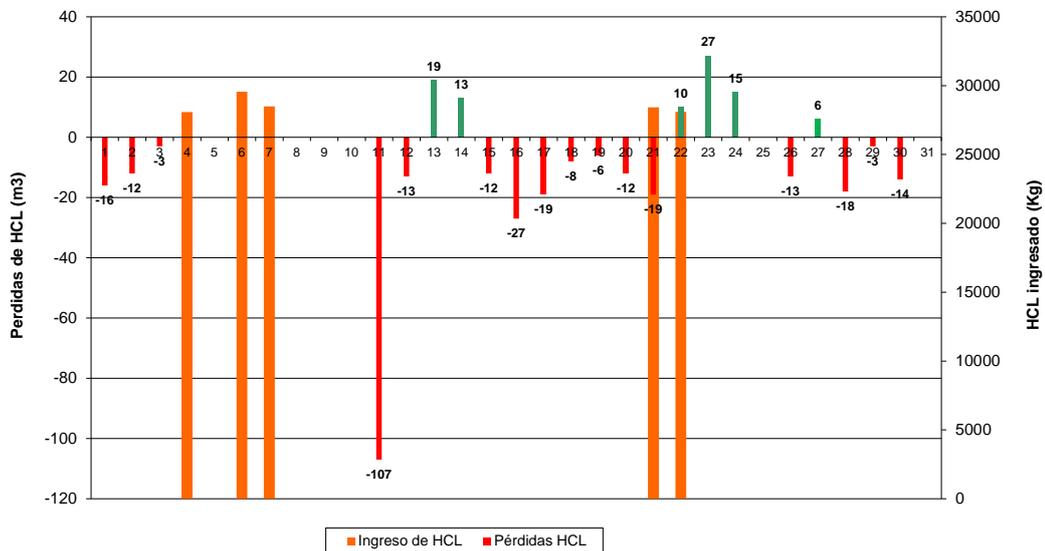
Apéndice 11: Ingresos y Pérdidas de HCL_ Octubre

Pérdidas de HCL Noviembre 2012



Apéndice 12: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Noviembre

Pérdidas de HCL Diciembre 2012



Apéndice 13: Ingresos y Pérdidas de HCl_ Diciembre



Apéndice 14: Intercambiador de calor (Poliblock) _ Fuera de servicio



Apéndice 15: Banda en tanques de HCl



Apéndice 16: Líneas de Decapado I y II