

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MASTER EN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE NIVELES CONTAMINANTES OCASIONADOS POR
PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA INDUSTRIA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”**

MAESTRANTE: DR. ANGEL ALONSO SOLÍS SOLÍS

DIRECTOR DE TESIS: ING. VINICIO JARAMILLO GARCÉS, Ph.D.

AMBATO – ECUADOR

2008

Al consejo de Postgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal de Defensa de la Tesis “DETERMINACIÓN DE NIVELES CONTAMINANTES OCASIONADOS POR PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA INDUSTRIA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”, presentado por el Dr. Ángel Alonso Solís Solís, y conformado por el M.Sc. Ing. Francisco Pazmiño G., M.Sc. Ing. Rodrigo Moncayo, M.Sc. Ing. Iban Mariño, Director de Tesis, Ph.D. Ing. Vinicio Jaramillo G., Director Académico y Administrativo del Programa, y presidido por el M.Sc. Ing. Jorge León Mantilla; una vez escuchada la defensa oral y revisado la tesis escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el mismo, remite la presente Tesis para su uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. M.Sc. Luis Velasquéz
Director CEPOS – UTA

Ph D. Ing. Vinicio Jaramillo G.
Director Académico Administrativo

Ph.D. Ing. Vinicio Jaramillo G.
Director de Tesis

M.Sc. Ing. Francisco Pazmiño G.
Profesor de la Maestría

M,Sc. Ing. Rodrigo Moncayo
Profesor de la Maestría

M.Sc. Ing. Iban Marino
Profesor de la Maestría

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente a: Dr. Ángel Alonso Solís Solís y Vinicio Jaramillo Garcés, PhD., M.Sc., Ing.; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

Dr. Ángel Alonso Solís Solís

Ing. Vinicio Jaramillo Garcés, PhD

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a los siguientes estamentos:

- A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Al Centro de Postgrado de la Universidad Técnica de Ambato
- A las autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil,
- A los profesores de la Maestría que compartieron sus conocimientos
- Al Ph D. Ing. Vinicio Jaramillo G. Director de Tesis

Dr. Ángel Alonso Solís Solís

DEDICATORIA

Dedicado con mucho amor a mis hijos y a mí esposa
que constituyen la razón de mí vida.

Dr. Ángel Alonso Solís Solís

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Portada	
Revisión.....	i
Autoría de la Investigación.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Índice General.....	v
Índice de Contenidos	v
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	xii
Resumen.....	xiii

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. El Problema.....	7
1.2 .Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo General.....	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
1.3. Justificación.....	9
1.4. Delimitación Espacial.....	9
1.5. Metodología.....	10

CAPITULO 2

ESTRUCTURA DE LA PLANTA.....	14
2.1. Diagrama de Flujo General y Procesos de la Planta.....	17
2.1.1. Proceso de extrusión.....	18
2.1.2. Proceso de fundición.....	18
2.1.3. Proceso de anodización.....	18
2.1.4. Proceso de pintado.....	18

2.1.5. Proceso de empaque.....	18
2.2. Factor Humano.....	27
2.3. Infraestructura sanitaria.....	28
2.4. Balance hídrico de la planta.....	28

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE LÍQUIDO.....	31
3.1 Plan de muestreo.....	31
3.1.1 Muestra compuesta.....	31
3.1.2 Metodología.....	32
3.2 Medidas "in situ".....	35
3.2.1 Medida de caudal.....	35
3.3. Análisis de DBO ₅ y DQO.....	37
3.4. Informe de la caracterización.....	46
3.4.1. Caudal.....	46
3.4.2. Temperatura.....	47
3.4.3. pH.....	47
3.4.4. Parámetros físico-químicos.....	47
3.5. Tratamiento.....	47
3.5.1. Puntos de origen.....	48
3.5.2. Medidas de ajuste.....	49
3.5.3. Consideraciones sobre la planta de tratamiento de efluentes industriales.....	50

CAPITULO 4

CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS.....	54
4.1 Muestreo y análisis.....	55
4.2 Resultados y discusión.....	55

CAPITULO 5

CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	69
5.1. Tipos de desechos sólidos que genera la planta.....	69
5.2. Clasificación de desechos sólidos.....	72
5.3. Caracterización de desechos en términos de tipo, calidad y cantidad	72
5.4. Resultados y discusión.....	80
5.5. Plan de gestión.....	81
5.5.1. Separación en la fuente de origen.....	81
5.6. Conclusiones.....	83

CAPITULO 6

MEDIDAS DE RUIDO	85
6.1. Resultados y discusión.....	85
6.2. Medidas.....	86

CAPITULO 7

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS	88
7.1. Plan de Mitigación.....	91

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
8.1. Conclusiones.....	94
8.2. Recomendaciones.....	95

CAPITULO 9

BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	

Anexo1. Vita

Anexo 2. Procedimiento de Caracterización de Aguas Residuales Industriales

Anexo 3. Implantación de la Planta Industrial: Puntos de Maestreo para
Medidas de Ruido

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Evolución de la Demanda.....	17
TABLA 2.	Factor Humano.....	27
TABLA 3.	Infraestructura Sanitaria.....	28
TABLA 4.	Resultados de los Análisis físico-químicos del Efluente.....	34
TABLA 5.	Resultados de caudal, temperatura y pH.....	36
TABLA 6	Identificación de fuentes fijas de combustión.....	54
TABLA 7.	Caldero # 1, Características Técnicas.....	56
TABLA 8	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	56
TABLA 9	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	57
TABLA 10.	Caldero # 2, Características Técnicas.....	57
TABLA 11.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	57
TABLA 12.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	58
TABLA 13.	Generador de Extrusión, Características Técnicas.....	58
TABLA 14.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	58
TABLA 15.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	59
TABLA 16.	Horno de Envejecimiento, Características Técnicas.....	59
TABLA 17.	Datos Registrados durante el Monitoreo	59
TABLA 18.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	60
TABLA 19.	Horno de Lingotes P1-Características Técnicas.....	60
TABLA 20.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	60
TABLA 21.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	61
TABLA 22.	Horno de Lingotes P2-Características Técnicas.....	61
TABLA 23.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	61
TABLA 24.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	62

TABLA 25.	Quemador 1-Matricería-Características Técnicas.....	62
TABLA 26.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	62
TABLA 27.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	63
TABLA 28.	Quemador 2-Matriceria-Características Técnicas.....	63
TABLA 29.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	63
TABLA 30.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	64
TABLA 31.	Horno Homogenizado -Matricería-Características Técnicas	64
TABLA 32.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	64
TABLA 33.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	65
TABLA 34.	Horno de Crisol # 1 - Características Técnicas.....	65
TABLA 35.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	65
TABLA 36.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	66
TABLA 37.	Horno de Crisol # 2 - Características Técnicas.....	66
TABLA 38.	Datos Registrados durante el Monitoreo.....	66
TABLA 39.	Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles.....	67
TABLA 40.	Valores Promedio Transformados a unidades norma.....	67
TABLA 41.	Tipos de Desechos Sólidos que Genera la Planta.....	70
TABLA 42.	Clasificación de Desechos por Tipo de Material.....	72
TABLA 43.	Área: Fundición Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs).....	73
TABLA 44.	Área: Extrusión Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)	74
TABLA 45.	Área: Matricería Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs).....	75
TABLA 46.	Área: Pintado Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)	75

TABLA 47.	Área: Anodizado Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)	76
TABLA 48.	Área: Empaque Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)	77
TABLA 49.	Área: Mantenimiento Insumo: de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs).....	78
TABLA 50.	Área: Administración Insumo: de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)	79
TABLA 51.	Principales Desechos que genera la planta.....	80
TABLA 52.	Plan de Inversiones para Implantar un Sistema de Manejo de Residuos Sólidos.....	83
TABLA 53.	Mediciones de Ruido en Zonas Internas y Externa.....	85
TABLA 54.	Matriz de Calificación de Impactos.....	89
TABLA 55.	Matriz Causa – Efecto.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Estructura de la planta.....	15
FIGURA 2.	Implantación general de la empresa CEDAL S.A.....	16
FIGURA 3.	Diagrama de flujo general.....	19
FIGURA 4.	Diagrama de flujo de extrusión.....	22
FIGURA 5.	Diagrama de flujo de anodización	22
FIGURA 6.	Diagrama de flujo de pintado.....	23
FIGURA 7.	Diagrama de flujo de empaque.....	23
FIGURA 8.	Diagrama de flujo de fundición.....	27
FIGURA 9.	Balance Hidrico de la Planta	29
FIGURA 10.	Vertedero triangular.....	35
FIGURA 11.	Caudal de descarga (lunes).....	37
FIGURA 12.	Caudal de descarga (martes)	38
FIGURA 13.	Caudal de descarga (miércoles)	38
FIGURA 14.	Caudal de descarga (jueves)	39
FIGURA 15.	Caudal de descarga (viernes).....	39
FIGURA 16.	Caudal de descarga (sábado).....	40
FIGURA 17.	Temperatura de descarga (lunes).....	40
FIGURA 18.	Temperatura de descarga (martes).....	41
FIGURA 19.	Temperatura de descarga (miércoles)	41
FIGURA 20.	Temperatura de descarga (jueves).....	42
FIGURA 21.	Temperatura de descarga (viernes).....	42
FIGURA 22.	Temperatura de descarga (sábado).....	43
FIGURA 23.	pH de la descarga (lunes).....	43
FIGURA 24.	pH de la descarga (martes).....	44
FIGURA 25.	pH de la descarga (miércoles).....	44
FIGURA 26.	pH de la descarga (jueves).....	45
FIGURA 27.	pH de la descarga (viernes).....	45
FIGURA 28.	pH de la descarga (sábado).....	46
FIGURA 29.	Esquema conceptual del tratamiento.....	52

RESUMEN

El presente estudio persigue como objetivo principal cuantificar los niveles de contaminación que ocasionan los procesos productivos y operativos de esta industria, en efluentes líquidos, sólidos, gases y ruido; es decir, abarca todas las posibilidades de contaminación. Comprende la caracterización de cada uno de los componentes ambientales mencionados enmarcados en lo que constituye una Auditoría Ambiental, para luego establecer niveles de prioridad en la aplicación de un Plan de Mitigación de Impactos.

Se ha recurrido a Laboratorios certificados para los diferentes análisis, como es el caso de la Universidad Central para caracterización de efluentes líquidos, la Politécnica Nacional para emisiones gaseosas y el Instituto Técnico Vicente León para medidas de Ruido. En cuanto a desechos sólidos se ha diseñado una metodología propia para el caso que permita identificar, clasificar y cuantificar los diversos componentes.

La caracterización de efluentes líquidos revela que este es de mayor impacto en la industria en estudio, para el cual se presenta como solución la construcción de una planta de tratamiento que permita reducir el nivel de los cuatro parámetros que están fuera de la Norma de Descarga de Efluentes Industriales, aplicable a este caso, como son: pH, sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y aluminio disuelto.

Para las emisiones gaseosas se propone un Plan general de calibración y ajuste de los equipos de combustión, en tanto que, para desechos sólidos se sugiere un programa de separación en la fuente de origen y la aplicación de una política de venta de reciclables. En el caso de ruido se propone reforzar las medidas tomadas en Seguridad e Higiene del Trabajo.

En términos generales, el nivel de impacto determinado para esta industria es moderado, siendo el de mayor nivel la descarga de efluentes líquidos.

No es justificable una reubicación de la industria puesto que, sus acciones contaminantes no trascienden más allá de sus predios, a excepción de la descarga líquida ya mencionada. El nivel de impactos es menor comparado con los beneficios que genera esta industria en el medio como generadora de una intensa actividad económica directa e indirecta, por ello se recomienda acatar las medidas de mitigación propuestas con lo que se estaña cumpliendo con las normativas ambientales correspondientes.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

INTRODUCCION

La empresa en estudio está ubicada en la zona urbana de la ciudad de Latacunga desde hace aproximadamente 34 años. Paulatinamente ha sido absorbida por el crecimiento urbano y últimamente ha sido objeto de protestas y quejas por parte de moradores de ciudades adyacentes quienes han solicitado inclusive su reubicación, lo cual no ha tenido fundamento técnico. Uno de los propósitos de este estudio es precisamente determinar el nivel del impacto ambiental que esta Planta y sus operaciones ejercen en la zona de influencia lo cual puede servir para justificar su salida o su permanencia en el sector.

Las actividades productivas se remiten a la fabricación de perfilera de aluminio para múltiples usos a partir de lingotes de metal que son importados de diferentes países. La Planta trabaja las 24 horas del día, con tres turnos de producción durante seis días a la semana. Los productos fabricados son distribuidos en el mercado nacional un 65 % y el resto se exporta a Colombia. Su volumen de producción anual oscila las 9000 toneladas de metal.

La disposición gratuita de los recursos naturales para utilizarlos en las diferentes actividades que tienen relación con la economía del país, sean éstas de tipo agrícola, pecuario, comercial, industrial, social, turístico, etc., han permitido que su verdadero valor no sea incorporado a los costos de productos y servicios de que dispone la sociedad ecuatoriana.

Esta gratuidad de los recursos han permitido también su rápida degradación, en especial en los últimos 25 años, a tal punto que hoy tenemos la mayoría de nuestros principales ríos altamente contaminados, una permanente y acelerada

erosión de suelos de alta productividad agrícola, pérdida permanente de bosques nativos incluido su fauna, la tala de manglares para dar paso a los enormes cultivos de camarón y el avance incontenible de la frontera agrícola hacia la cumbre de los páramos, son en términos muy generales los síntomas alarmantes que nos dicen que nuestro medio ambiente está en franco peligro.

En cuanto al crecimiento poblacional, podemos señalar que la tasa anual está en el orden del 2.5 % para nuestro país¹. Con especial atención en el campo donde ésta tiene un valor superior. Las ciudades con mayor población como Guayaquil, Quito y Cuenca, al igual que otras de menor tamaño enfrentan grandes dificultades en el suministro de servicios básicos de infraestructura. El recurso agua siempre es escaso, la generación de basura junto a una cultura muy pobre en el manejo de desechos sólidos, mantienen a las ciudades en el borde del caos. El espectacular incremento del parque automotor en los últimos años (sólo en el año 2007 de vendieron más de 91.000 vehículos)², junto a una infraestructura vial y urbana que ya no soporta, han polucionado el aire de ciudades grandes y medianas de la Sierra especialmente.

La industria ecuatoriana pese a su escaso desarrollo ha experimentado un notable crecimiento en los últimos 20 años y sólo recientemente algunos municipios están implantando normativas para controlar sus emisiones y descargas. Todos estos factores provocan una constante degradación de la calidad ambiental que poseemos los ecuatorianos.

Hace falta comenzar por la construcción de las bases que soporten una nueva conducta social del individuo frente a su entorno a todo nivel, desde una revisión de los bienes de consumo hasta el manejo y disposición de desechos que generamos, pasando desde luego por un exigente nivel de calidad de los bienes y servicios que existen en nuestros mercados.

¹ Ecuador: Población y Tasas de Crecimiento. INEC (2001)

² Correa, K.; Velasco P. REVISTA VISTAZO, Artículo “Las 500 Mayores Empresas del Ecuador”, pág. 65, (2008)

Si exigimos altos estándares de calidad, intrínsecamente estaremos reduciendo nuestra generación de desechos. Y no me refiero solamente a la calidad de los bienes de consumo, sino también a la calidad de nuestra conducta, de nuestra cultura, de nuestra forma de pensar y actuar, del ejemplo que podemos dejar como legado a las generaciones venideras, despertando en ellas un profundo respeto por la naturaleza de la cual venimos y a la cual regresamos.

Corresponde pues a cada ciudadano tomar la responsabilidad en cada lugar donde desarrollamos nuestra diaria actividad. Cambiando ese microentorno estaremos contribuyendo a ese gran cambio que todos soñamos para nuestro planeta.

La gran industria en nuestro país experimentó un notable crecimiento en el año 2007, del orden del 13% en ventas con respecto al año 2006, y el 5% en crecimiento del universo empresaria³. En la distribución geográfica de grandes empresas por ciudades, en la Región Central, únicamente Ambato figura con una participación del 2%, sin embargo, la provincia de Cotopaxi tiene mayor número de grandes fábricas que Tungurahua, sólo que todas estas empresas tiene su asiento administrativo en la ciudad de Quito, pero sus Plantas de producción están en Cotopaxi, concentradas en la ciudad de Latacunga y en el sector de Laso. Aquí se notan empresas de alimentos, curtidurías, florícolas, textiles, metal-mecánicas, etc. Dentro de estas últimas se destaca una de gran importancia a nivel nacional y que se dedica a fabricar productos de aluminio, está ubicada en la ciudad de Latacunga, se trata de la Corporacion Ecuatoriana de Aluminio, CEDAL S.A.

En el presente estudio se analiza el nivel de impactos ambientales que ocasionan sus procesos productivos y operativos en los recursos: agua, suelo y aire. Cabe destacar que el tema de la contaminación ambiental no solamente constituye responsabilidad de los industriales, sino también de las municipalidades o entidades que son las encargadas de fijar las políticas y emitir las Ordenanzas orientadas a prevenir y combatir la contaminación industrial.

³ Correa, K.; Velasco P. REVISTA VISTAZO, Artículo “Las 500 Mayores Empresas del Ecuador”, (2008).

La empresa en estudio a través de sus directivos manifiesta su compromiso en la preparación y aplicación de un Plan de Contingencia.

En este tema la municipalidad de Latacunga se encuentra en su fase inicial: la elaboración del Catastro y registro industrial. Desde el año 2000 cuenta con su “Ordenanza para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Industriales, Florícolas y de Servicios en el Cantón Latacunga”, la cual en realidad existe desde el año 1998, sólo que dos años más tarde entra en vigencia⁴.

Otros municipios que también poseen sus Ordenanzas sobre legislación ambiental son: Salcedo, Saquisilí y Sigchos.

El H. Consejo Provincial de Cotopaxi no dispone de legislación ambiental específica, a excepción de la “Ordenanza de la Creación de la Comisión de Juntas Parroquiales Rurales, para el Desarrollo Comunitario, Protección del Medio Ambiente y Participación Ciudadana”³. Sin embargo, es de notar que los esfuerzos que realizan las municipalidades y la corporación provincial son individuales, lo que deviene en una dilución de acciones, duplicidad de actividades, conflicto de intereses y pérdida de recursos. Esto se contrapone al concepto de Manejo de Cuencas Hidrográficas, puesto que todos estos municipios forman parte de la Cuenca del Río Cutuchi.

En lo que concierne a la industria en estudio, se ensaya un análisis mediante el cual se determina el nivel de impactos ambientales que ocasionan sus operaciones en lo referente a desechos líquidos, gaseosos, sólidos y ruido, cuya importancia se potencia debido al crecimiento urbano que ha absorbido a esta industria generando protestas por parte de la ciudadanía circundante.

Esta industria tiene un volumen de producción anual que oscila las 9000 toneladas métricas, demanda una jornada de trabajo de 6 días por semana, 24

⁴ H. Consejo Provincial de Cotopaxi. Agenda para el Plan Participativo de Desarrollo de Cotopaxi.(2002).

horas por día, en ella laboran 217 trabajadores entre obreros técnicos y administradores⁵.

La Municipalidad de Latacunga con respaldo en la Ley de Gestión Ambiental, Ley de Modernización del Estado, mediante su Programa de Desconcentración y Descentralización Administrativa, ha comenzado a estructurar su Unidad de Control del Medio Ambiente, la que tiene como primera tarea el registro y catastro industrial de la zona, en tal virtud, la industria en estudio deberá acogerse a estos trámites que culminarán con la obtención del CIU, Clasificación Industrial Internacional Uniforme⁶.

Dentro de este esquema de trabajo y analizando las actividades productivas de la Empresa se considera al efluente líquido industrial como el de mayor impacto contaminante, con un caudal estimado de 5 l/seg, en su mayor parte proveniente de la Planta de Acabados Superficiales.

La Planta industrial está conformada por tres departamentos productivos: el Departamento de Metales que transforma el lingote de aluminio en perfiles, el Departamento de Acabados Superficiales que procesa los perfiles ya sea en su Planta de Pintado Electrostático ó en la Planta de Anodizado, siendo esta última la que genera el 95 % del efluente industrial; y la Planta de Fundición que recupera en lingote todos los desperdicios de aluminio de las otras líneas.

Cabe anotar que el 80 % de la producción pasa por la Línea de Anodizado.

“Desde el punto de vista ambiental, el Anodizado del Aluminio es un proceso relativamente benigno puesto que no ocupa solventes orgánicos. Sin embargo generan cantidades significativas de desechos químicos inorgánicos en su

⁵ Informe de Gerencia de Planta,(2007).

⁶ Ordenanza para la Prevención y Control de la Contaminación, I. Municipalidad de Latacunga.

efluente, incluyen ciertos metales que pueden resultar ambientalmente peligrosos. Los lodos resultantes del tratamiento del efluente líquido ejercen presión sobre el suelo, lo que también genera un problema a resolver. Hoy es posible desarrollar procesos de anodizado con cero descargas”⁷.

“Previo al inicio de estudios de tratamiento es necesario caracterizar el efluente en términos de concentración de metales, pH y caudal. Este estudio también debe incluir las aguas que no forman parte del proceso pero que contribuyen al incremento del caudal como son las aguas de consumo humano y de áreas de lavado”⁸.

En función de lo manifestado se plantea las siguientes inquietudes: ¿Cuál es el verdadero nivel de contaminación de esta industria?. ¿Cuáles son los mayores contaminantes?. ¿Existen contaminantes químicos peligrosos?. ¿Cuál es el costo de manejar técnicamente los desechos sólidos?. ¿Existen niveles de ruido que afecten a los pobladores del entorno?.

1.1 EL PROBLEMA

La industria en estudio utiliza para sus actividades productivas y operativas procesos que generan contaminación en los componentes ambientales agua, suelo y aire.

La realización de éste estudio persigue la determinación del nivel contaminante que esta industria posee en cuanto a generación de desechos líquidos, sólidos, gases y ruido, ocasionado por sus procesos productivos y por sus operaciones. Este diagnóstico ambiental se llevará a cabo mediante la caracterización de cada tipo de desechos y mediciones de nivel de ruido. Sus resultados y conclusiones permitirán elaborar un Plan de Mitigación para cada uno de éstos impactos.

⁷ Furneaux, R.C. “Alcan International Ltda. Banburry England and S.A. Finlayson, The Zero. Discharge” Anodizing Line, Kington Ontario, Canadá. Noviembre. (2005).

⁸ Naziruddin, M.; Jordan, P.; Goulding. 1992. Inc. METAL FINISHING MAGAZINE, Treatment of an Anodizing Waste to Water - Quality – Based Effluent Limits, Atlanta, Ga.(1992).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de contaminación ocasionados por los procesos productivos de la Planta Industrial CEDAL S.A.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de contaminación para los diferentes parámetros físicos y químicos señalados en la normativa correspondiente de la I. Municipalidad de Latacunga, en el efluente líquido, mediante campañas de muestreo compuesto.
- Investigar métodos de tratamiento aplicables a éste caso, viables técnica y económicamente.
- Analizar el costo aproximado del tratamiento del efluente considerando la alternativa más apropiada.
- Identificar los puntos de los procesos donde se pueda aplicar actividades de optimización, reducción, reemplazo por productos menos contaminantes, reutilización y reciclaje.
- Identificar y cuantificar los desechos sólidos que genera la Planta y establecer indicadores para cada uno de ellos, expresados en kilogramos de desechos por tonelada de aluminio procesado.
- Cuantificar los niveles de contaminación por emisiones gaseosas de fuentes fijas de combustión.

- Determinar el nivel de ruido ocasionado por las diferentes operaciones, tanto al interior como al exterior de la Planta.
- Elaborar un Plan General de Mitigación de Impactos para esta Planta Industrial.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1. El nivel contaminante del efluente líquido está dado específicamente por el pH, sólidos en Suspensión y algunos metales disueltos.
2. El mayor impacto ambiental de la Planta Industrial está dado por el efluente líquido, que requiere para su tratamiento una planta de complejidad relativamente alta y costosa.
3. Existe una potencial posibilidad de reducir el volumen de desechos sólidos generados, mediante la aplicación de un adecuado Plan de Gestión y Manejo.
4. Los equipos de combustión de fuentes fijas trabajar con una eficiencia aceptable y sus emisiones no son altamente contaminantes.
5. Los niveles de ruido ocasionados, especialmente por operaciones de corte, rebasan los límites permisibles de exposición e intensidad para el personal al interior de la Planta, mas no así fuera de ella.

1.4 DELIMITACIÓN ESPACIAL

1. El presente estudio se aplica a desechos líquidos generados por los procesos de fabricación, a desechos sólidos, emisiones gaseosas de fuentes fijas de combustión y nivel de ruido debido a operaciones productivas realizadas en la Industria de Aluminio CEDAL S.A., ubicada en la ciudad de Latacunga.

2. El programa de muestreo del efluente líquido está sujeto al Procedimiento de Caracterización de Aguas Residuales Industriales emitido por el Organismo de Control Gubernamental correspondiente.
3. El estudio del efluente líquido se basa en las medidas realizadas “in situ” y en los análisis físico-químicos de las muestras enviadas a los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador, en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental (FIGEMPA)
4. El programa de muestreo y caracterización de emisiones gaseosas de fuentes fijas de combustión, está sujeto al Procedimiento de Caracterización emitido por el Órgano de Control Municipal, y realizado por la Escuela Politécnica Nacional.
5. La caracterización de Desechos Sólidos se realiza aplicando métodos de pesaje, conteo, clasificación de desechos, así como la revisión de datos históricos que proporciona el Departamento de Contabilidad de la Compañía.

1.5 METODOLOGÍA

- Levantamiento de información general de la compañía.
- Identificación y reconocimiento de las diferentes áreas y departamentos de la Planta.
- Recopilación de información histórica y actual sobre los procesos productivos.
- Identificación y reconocimiento de los puntos y procesos donde se generan desechos.
- Información sobre el recurso humano.
- Reconocimiento e inventario de infraestructura sanitaria.

- Caracterización del efluente líquido industrial.
- Elaboración y aplicación del Plan de Muestreo.
- Monitoreo de la descarga líquida con medición “in situ” de: temperatura, pH y caudales de descarga.
- Análisis de muestras en los Laboratorios de la Universidad Central.
- Informe de la caracterización.
- Ensayos de tratamiento del efluente líquido.
- Evaluación del tratamiento.
- Selección de la alternativa de tratamiento más apropiada.
- Estimación de costos de la alternativa seleccionada.
- Caracterización de emisiones gaseosas.
- Identificación de fuentes fijas de combustión.
- Preparación y aplicación del Plan de Muestreo.
- Muestreo y análisis.
- Evaluación de resultados y discusión.
- Plan de ajustes y recomendaciones.
- Caracterización de desechos sólidos.
- Levantamiento de información sobre los tipos de desechos sólidos que genera la Planta.
- Clasificación de desechos sólidos.

- Caracterización de los desechos en términos de tipo, calidad y cantidad.
- Obtención de índices de generación de desechos en términos de unidades ó kilos de desecho por tonelada de aluminio procesado.
- Evaluación de resultados y discusión.
- Recomendaciones.
- Medidas de ruido
- Identificación de puntos de muestreo de acuerdo al plano de Planta
- Aplicación del Plan de Muestreo al interior y exterior de la Planta
- Identificación de las operaciones que generan los más altos niveles de ruido
- Evaluación de resultados y discusión
- Plan de ajustes y recomendaciones
- Matriz de Evaluación de Impactos
- Elaboración del Informe Final

CAPÍTULO 2

ESTRUCTURA DE LA PLANTA

CAPITULO II

ESTRUCTURA DE LA PLANTA

En el siguiente organigrama se representa la estructura organizacional de la Planta en estudio y sus diferentes departamentos.

FIGURA 1. Estructura de la Planta

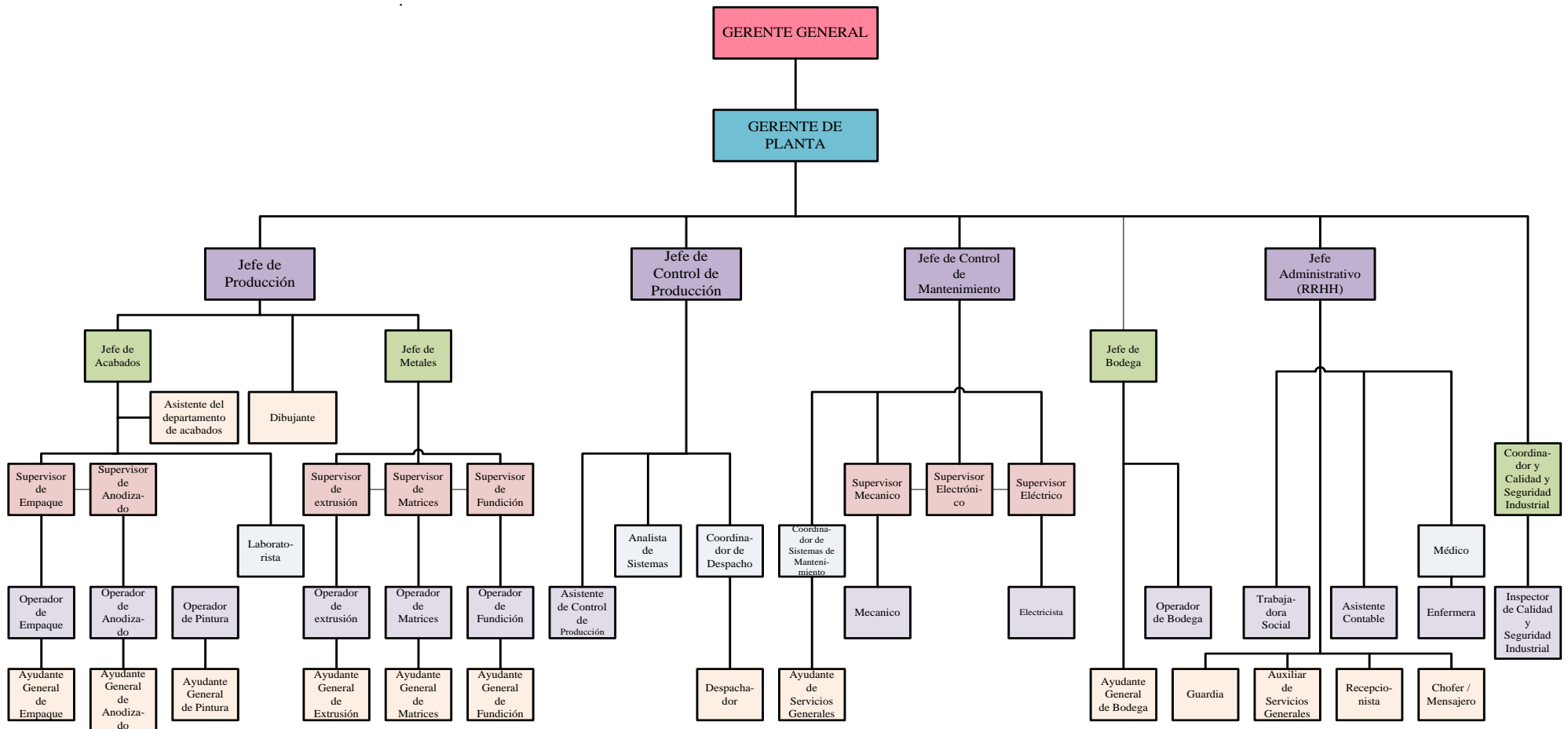
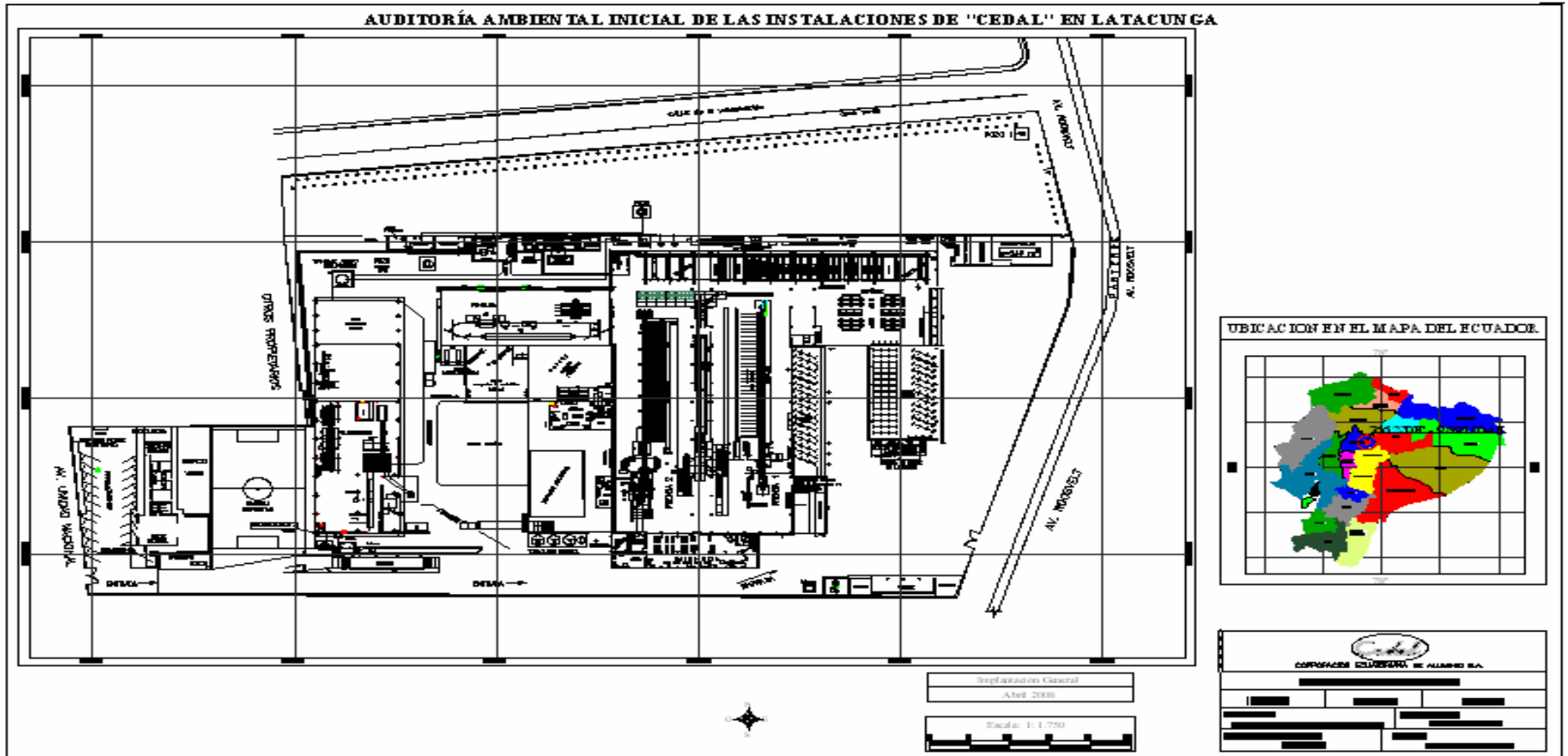


FIGURA 2. Implantación General de la Empresa CEDAL



En el siguiente cuadro se presenta la forma cómo ha ido evolucionando la demanda de producción durante los últimos 3 años.

TABLA 1. Evolución de la Demanda

AÑO	PRODUCCIÓN TONELADAS	ANODIZADO	PINTADO	MF (CRUDO)
2006	6.900	5.520	690	690
2007	7.800	6.240	780	780
2008	9.200	7.360	920	920

Fuente: Informe de Gerencia de Planta

Elaborado por: Solís, A.

De ésta producción, el 80% de material es anodizado, es decir, procesado en una planta electroquímica, donde el material sufre diferentes procesos de acabado superficial en baños químicos y electroquímicos; el 10% del material es pintado con polvo de resina, mediante un proceso de aplicación electrostática; y, el 10% es despachado sin ningún tipo de tratamiento superficial.

2.1. DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL Y DE PROCESOS DE LA PLANTA

En los siguientes diagramas de flujo se presenta los principales puntos de generación de desechos, proceso por proceso.

2.1.1 Proceso de extrusión

Es el conjunto de operaciones de conformación por deformación plástica y tratamientos térmicos que cambian el estado geométrico y metalúrgico del aluminio, desde su condición de lingote hasta su forma final como perfil.

El lingote de aluminio se calienta y comprime en un recipiente desde el cual fluye a través del orificio de una matriz que tiene aproximadamente las dimensiones

deseadas. Este producto se estira y corta para finalmente, mediante un ciclo térmico, mejorar sus propiedades mecánicas.

2.1.2 Proceso de fundición

Es el proceso de recuperación metalúrgica de chatarras de aluminio para la obtención de lingotes de aluminio. En este proceso se adicionan elementos aleantes para corregir la aleación.

2.1.3 Proceso de anodización

Es un proceso de acabado superficial mediante el cual se confiere a los perfiles de aluminio de una capa de óxido de aluminio que le protege contra la corrosión y le otorga cualidades estéticas, para ello utiliza métodos químicos y electrolíticos.

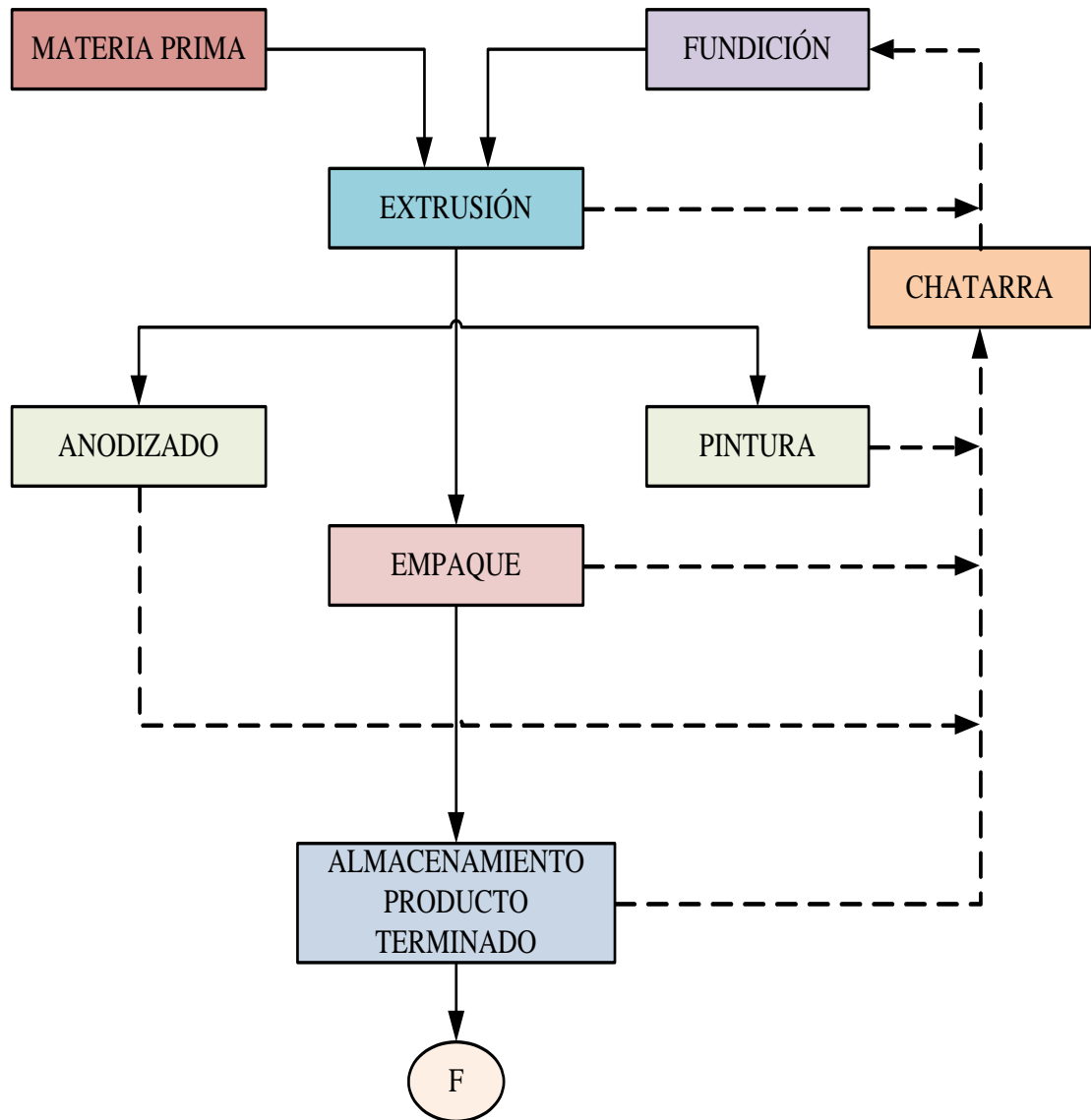
2.1.4 Proceso de Pintado.

En este proceso los perfiles son pintados mediante la aplicación de pintura en polvo, por métodos electrostáticos que luego se someten a un proceso de polimerizado en hornos de túnel.

2.1.5 Proceso de empaque.

Los perfiles de aluminio, una vez que poseen acabado superficial ya sea por anodización o pintado, se embalan con papel de empaque de polietileno, formando paquetes de 35 kilos debidamente identificados, que luego son ubicados en la Bodega de Producto Terminado para su despacho.

FIGURA 3. Diagrama de Flujo General



---▶ : Generación de Desechos

PROCESO: ANODIZACIÓN DE PERFILES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. Inspección y selección de material que va a procesar

2. Conformación de cargas de perfiles de aluminio utilizando bastidores, separadores, alambre.

3. El operador de grúa transporta la carga al primer tanque de proceso y registra en el Reporte de Producción.

4. Desengrase: $t = 2-5$ minutos, $T = 70^{\circ}\text{C}$

5. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

6. Decapado: $t = 6$ min. $T = 70^{\circ}\text{C}$

7. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

8. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

9. Neutralizado: $t = 1$ min. T ambiente

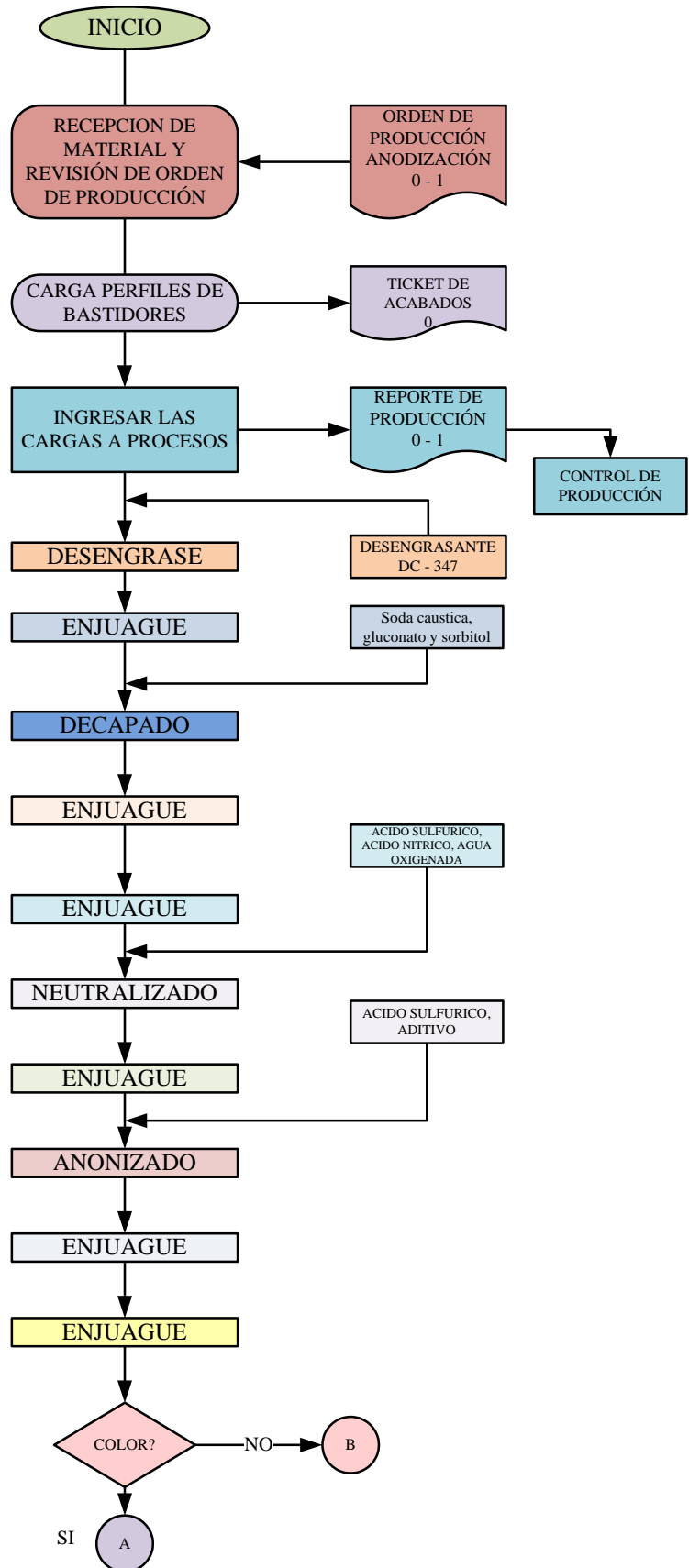
10. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

11. Anodizado: $t = 24$ min. $T = 26 - 28^{\circ}\text{C}$, $V = 22$, $A = 9000$

12. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

13. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

14. La carga se procesa según el acabado



PROCESO: ANODIZACIÓN DE PERFILES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

15. Electrocolor: proceso según acabado, en bronces, o dorado, t= 7 min.

16. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

17. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

18. Enjuague: agua semiblanda, escurrido 15 seg.

19. Sellado: t= 6min, T= 78°C, pH= 5,8

20. Enjuague: agua desmineralizada caliente escurrido 15 seg.

21. Transporte de las cargas hacia desembarque

22. Inspección y descarga manual de los perfiles

23. Los perfiles son parados contra la pared para escurrido del agua

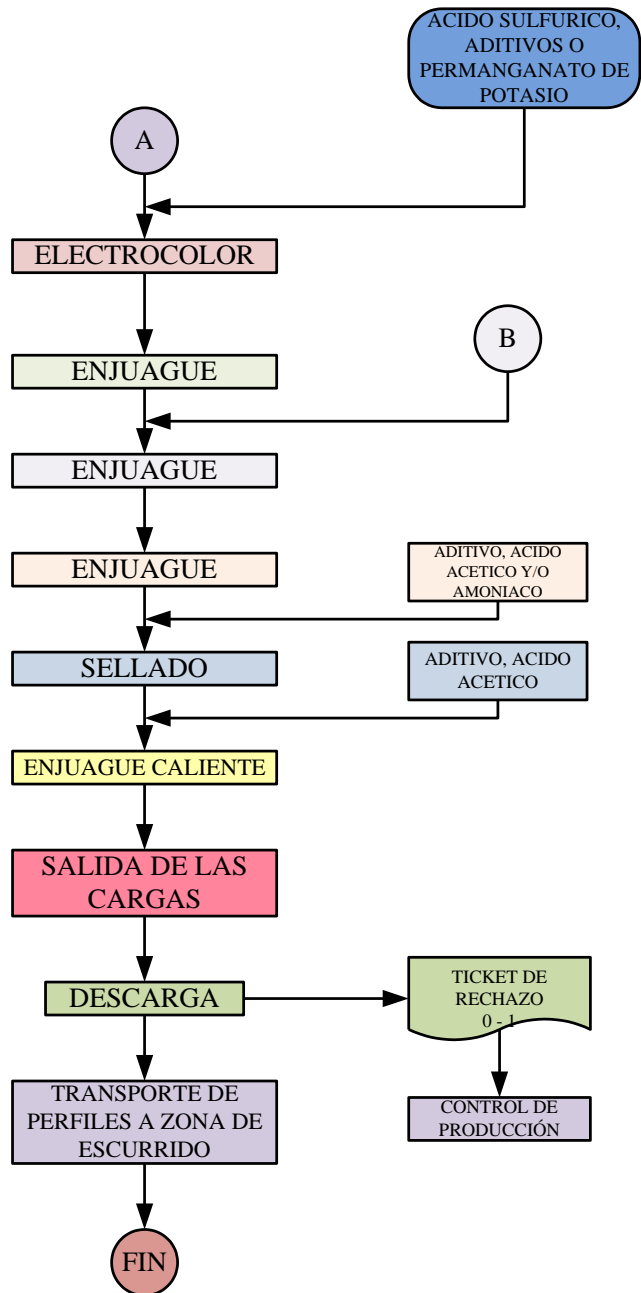


FIGURA. 4 Diagrama de Flujo de Extrusión

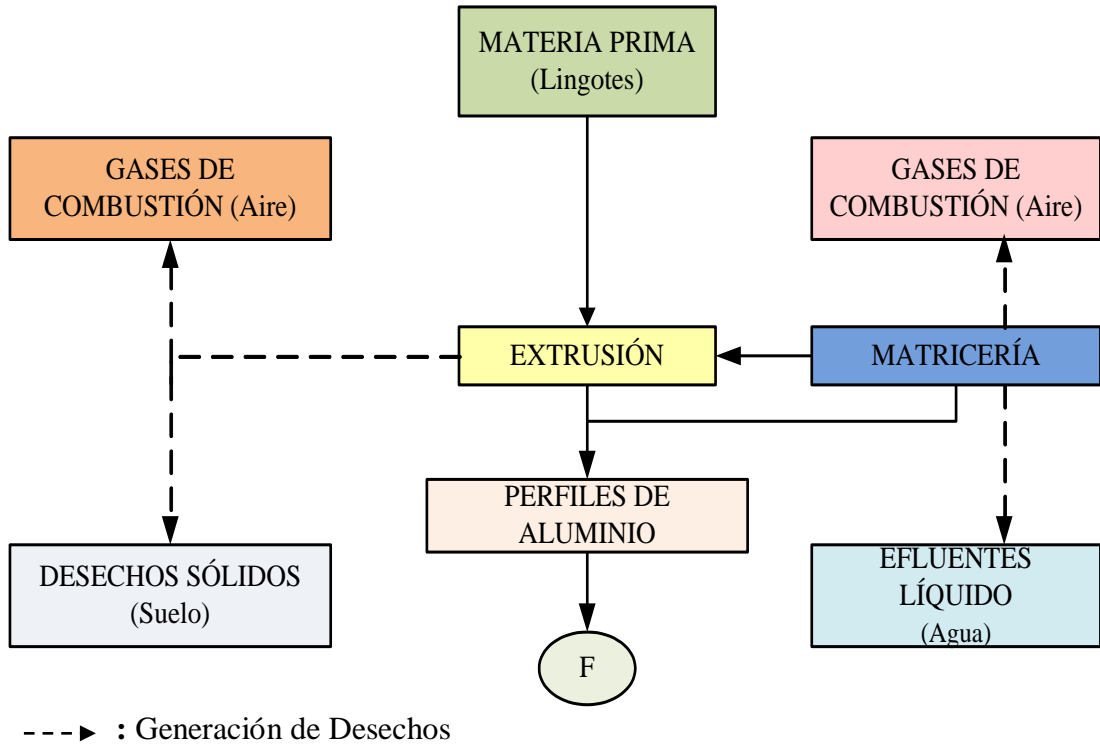


FIGURA 5. Diagrama de Flujo de Anodización

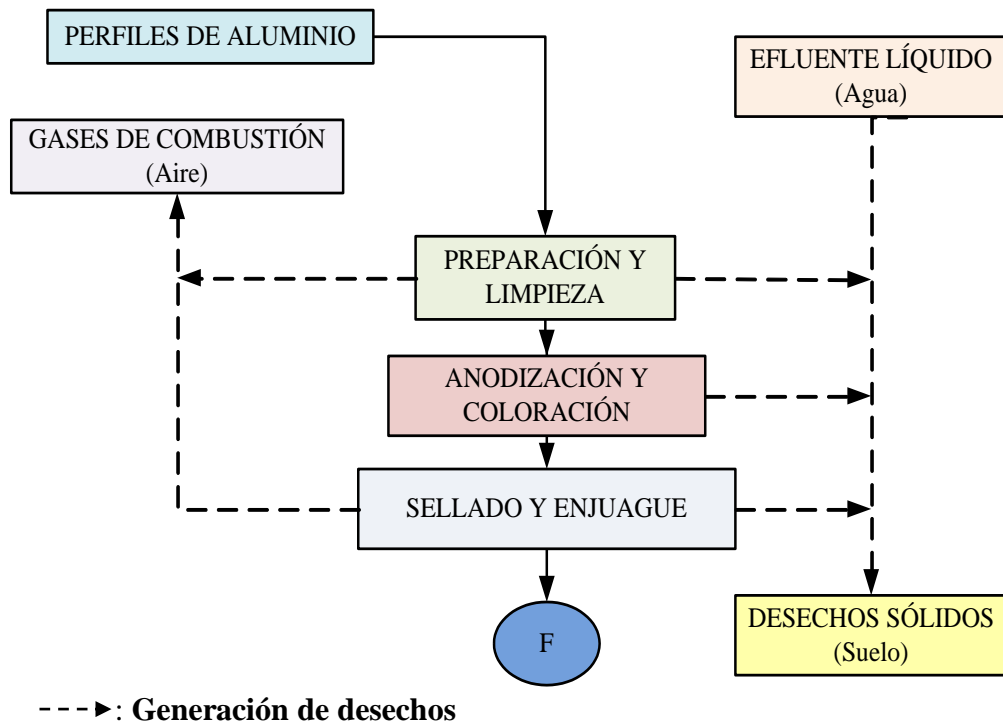
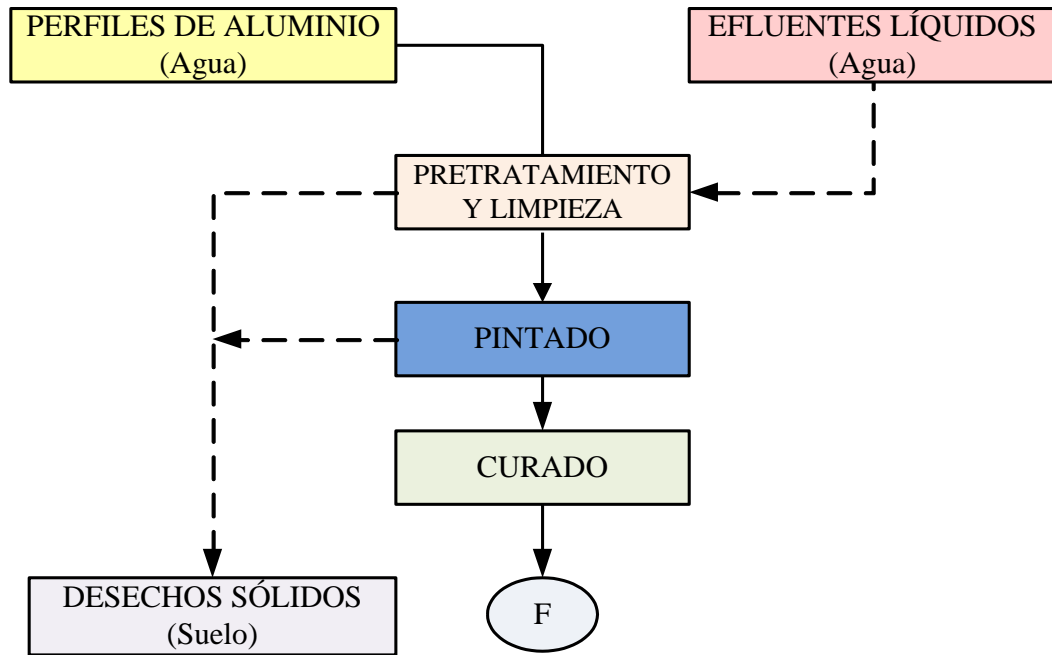
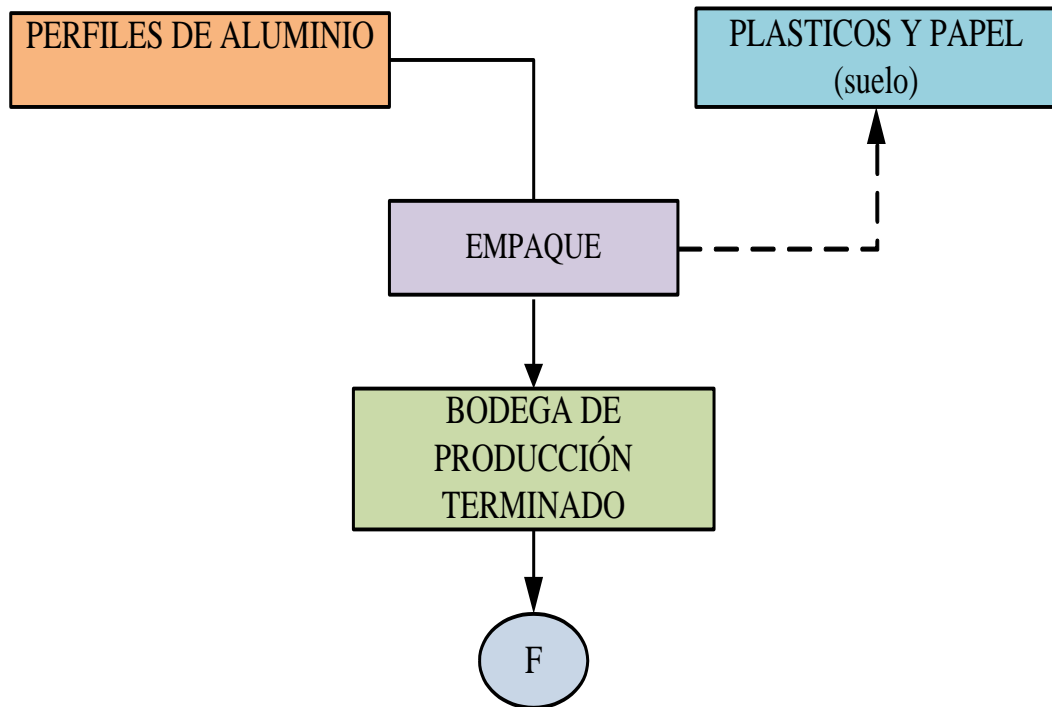


FIGURA 6. Diagrama de Flujo de Pintado



---▶ : Generación de desechos

FIGURA 7. Diagrama de Flujo de Empaque



---▶ : Generación de desechos

PROCESO: PINTADO DE PERFILES

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. El operador 3 inspecciona y selecciona el material que va a pintar. Inspección y selección de material que va a procesar

2. Los empacadores cargan los perfiles en las canastillas, t= 2 minutos

3. Las canastillas son transportadas a las líneas de pretratamiento

4. Desengrase: t= 2 minutos, T= 50°C

5. Enjuague: agua desmineralizada, escurrido 1 minuto

6. Enjuague: agua desmineralizada, escurrido 1 minuto

7. Conversión: t= 1 minuto, T= 32° C

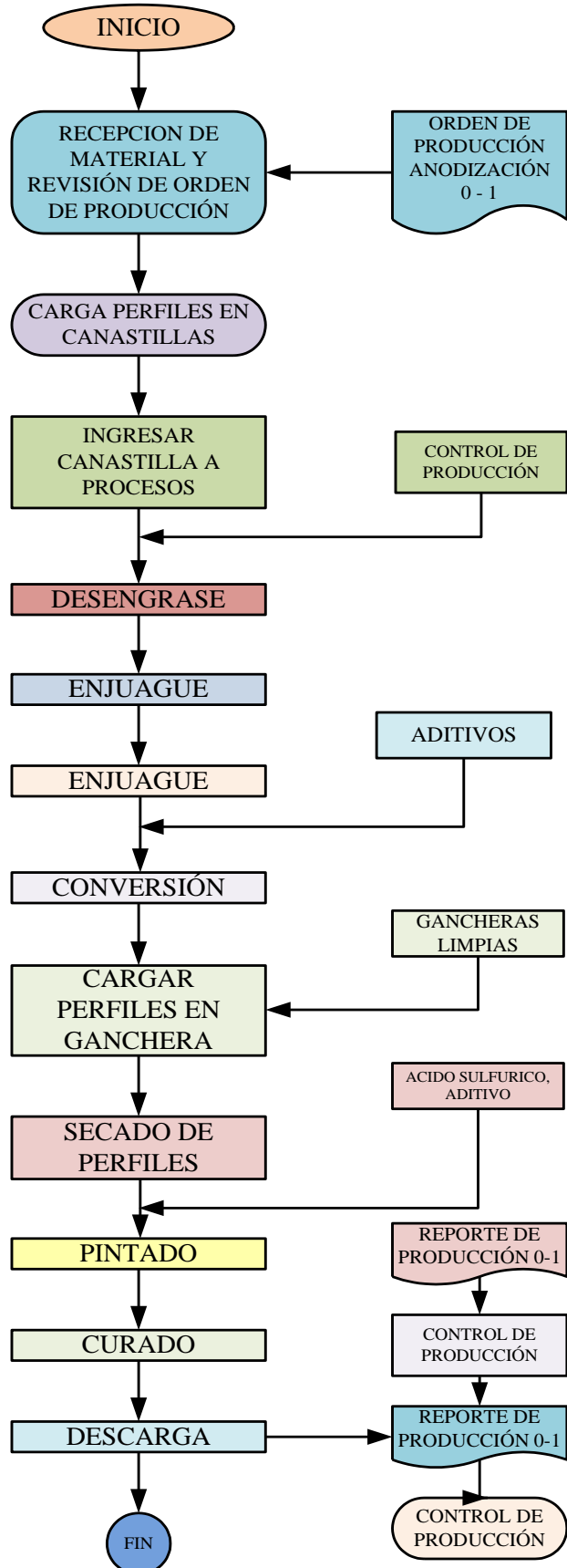
8. Conformación de cargas de perfiles en el conveyer (velocidad = 1m/minuto)

9. Ingreso de las cargas de perfiles al horno de secado, T= 80°C, t= 7 minutos

10. Aplicación de pintura en polvo con principio electrostático

11. Polimerizado de la pintura aplicada en horno a T=190-200°C, t= 25 minutos

12. Salida de producto terminado y descarga a las mesas



EMPAQUE DE PRODUCTO TERMINADO

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. El Supervisor de Empresa revisa el material que va a empacar en sus diferentes acabados

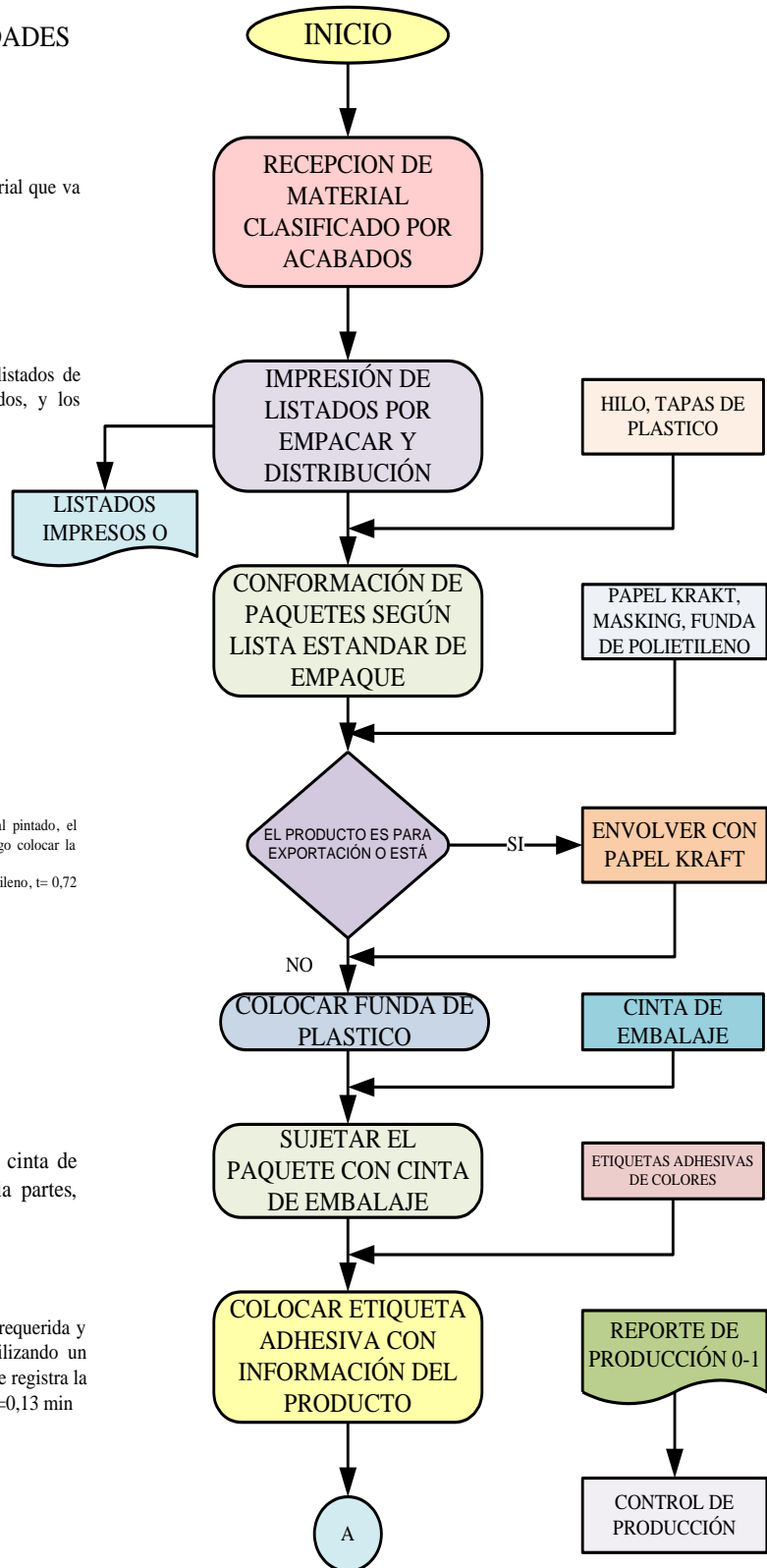
2. El Supervisor de Empresa obtiene los listados de material por empacar (saldos) por acabados, y los distribuye el personal

3. Los Empacadores cuentan e inspeccionan el material y van formando los paquetes según un Listado estándar de piezas por bulto y peso por bulto. Los bultos son sujetos con hilo y en los extremos se colocan tapas de plástico $t=0,595$ minutos.

4. Cuando el producto es para exportación o es material pintado, el paquete se envuelve con papel kraft y masking para luego colocar la funda de polietileno. Si es mercado nacional, se usa solamente la funda de polietileno, $t=0,72$ min.

5. El paquete enfundado se sujeta con cinta de filamento o cinta de embalaje en varias partes, $t=0,56$ min.

6. Se llena la etiqueta con la información requerida y se coloca en el extremo del paquete, utilizando un color específico para cada destino. Luego se registra la información en el Reporte de producción, $t=0,13$ min



DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

7. Los paquetes embalados se van colocando en el coche para luego sacar a Bodega de Producto Terminado.

8. En el proceso de embalaje se van separando las piezas defectuosas, que luego son enviadas a chatarra y registradas en el ticket de rechazos.

9. Los paquetes embalados son colocados en estanterías en Bodega, en sitios específicos según su destino $t=0,42$ min.

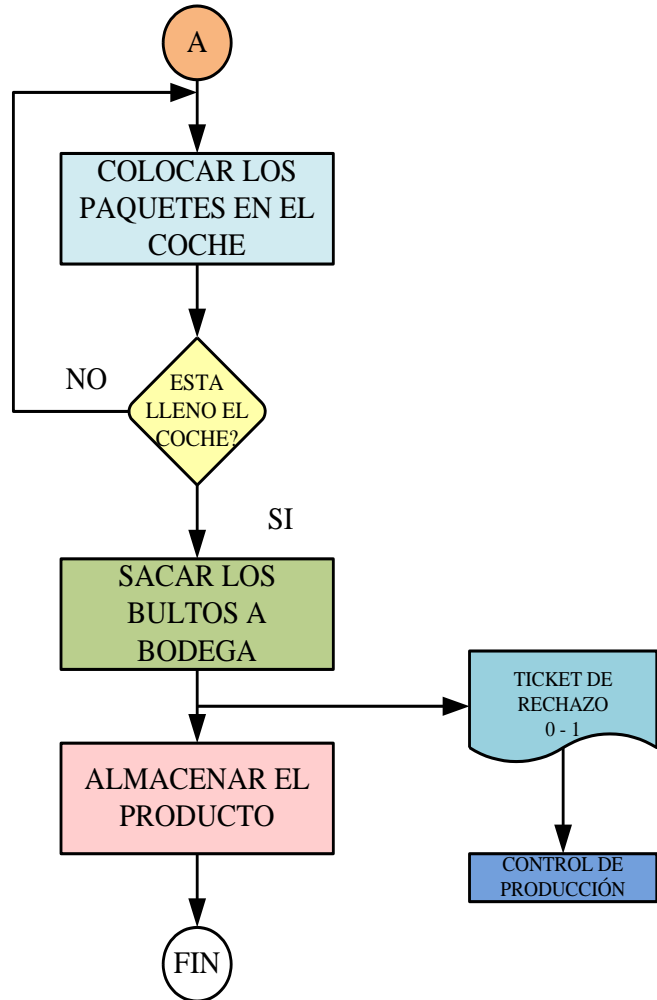
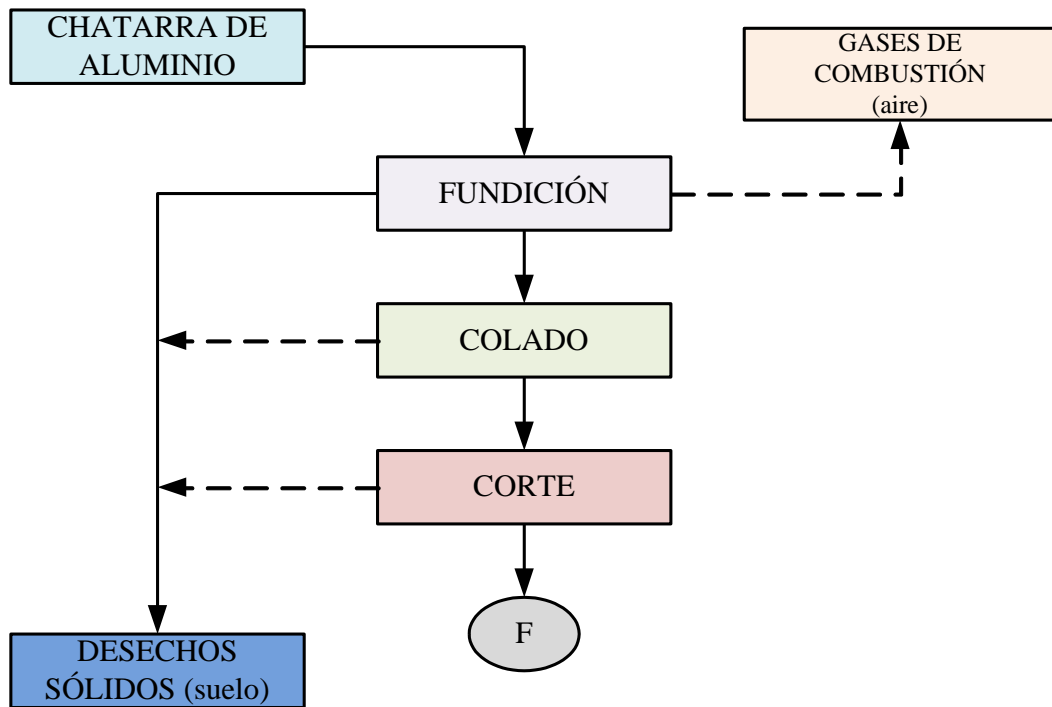


FIGURA 8. Diagrama de Flujo de Fundición



---▶ : Generación de desechos

2.2 FACTOR HUMANO

En la Planta laboran 217 personas distribuidas de la siguiente manera:

TABLA 2. Factor humano

N° DE EMPLEADOS	TURNOS DE TRABAJO		
	1	2	3
Operativos	63	59	68
Administrativos	25	2	-
Total	88	61	68

Fuente: Informe de Gerencia de Planta. 2007

Elaborado por: Solís, A.

Este personal cuenta con servicio médico, servicio de comedor, canchas deportivas y con la siguiente infraestructura sanitaria:

2.3 INFRAESTRUCTURA SANITARIA

La infraestructura sanitaria que existe en la planta se presenta en la Tabla 3

TABLA 3. Infraestructura Sanitaria

INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE PLANTA				
UBICACIÓN	BATERÍAS	URINARIOS	LAVAMANOS	DUCHAS
Bodega de insumos	1		1	
Mantenimiento	1		2	1
Fundición	1	1	1	1
Dispensario médico	1		1	1
Seguridad-vigilancia	1		1	
Sede social	5	2	3	
Oficinas - administración	3	1	4	
Comedor	4	2	4	
Extrusión - matricería	1	1	1	
Empaque - Anodizado		3	4	
Vestidores	8	12	6	6
Vigilancia norte	1		1	1
Oficinas Jefes Departamentales	2	2		
TOTAL:	29	24	29	10

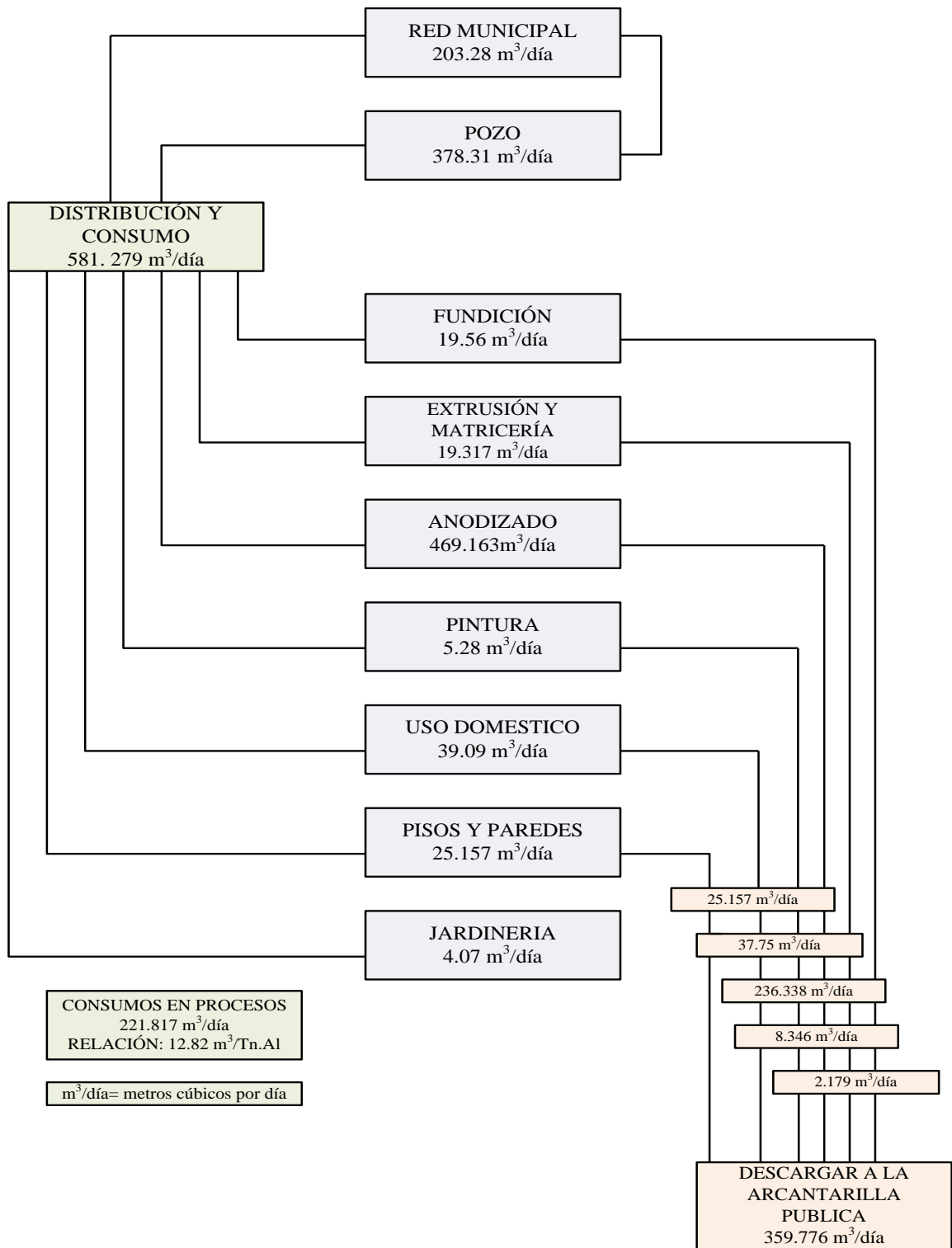
Fuente: Informe de Gerencia de Planta

Elaborado por: Solís, A.

2.4 BALANCE HÍDRICO DE LA PLANTA

La diferencia entre el ingreso y la salida de agua representa el consumo ya sea por evaporación ó en los procesos mismos. De acuerdo a este balance se consumen 12.82 m³ de agua por tonelada de aluminio procesada.

FIGURA 9. Balance Hídrico de la Planta



Fuente: Gerencia de Planta

Elaborado por: Solís, A.

CAPÍTULO 3
CARACTERIZACIÓN DEL
EFLUENTE LÍQUIDO

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE LÍQUIDO

3.1 PLAN DE MUESTREO

Para la caracterización del efluente líquido industrial se aplica un plan de muestreo compuesto, tomando como unidad de muestreo un período de una semana, que es la unidad mínima exigida para industrias que laboran las 24 horas continuas en producción.

De las muestras acumuladas durante 24 horas, se toma una muestra compuesta previamente homogenizada, para enviar al Laboratorio. En estas muestras se realizan los análisis fisicoquímicos y de metales provenientes de los procesos involucrados. En total se analizaron 3 muestras compuestas cuyos resultados se presentan en la tabla N° 4.

3.1.1. Muestra compuesta

Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo (INEN – NTE INEN 2176:98) Capítulo 3.1.1.

Las muestras compuestas se pueden obtener de forma manual o automática, sin importar el tipo de muestreo, (dependiente del flujo, tiempo, volumen o localización). Se toman continuamente muestras que se reúnen para obtener muestras compuestas.

Las muestras compuestas suministran el dato de composición promedio. Por lo tanto, antes de mezclar las muestras se debe verificar que ese es el dato requerido o que los parámetros de interés no varían significativamente durante el período de muestreo.

Las muestras compuestas son recomendables cuando la conformidad con un límite está basada en la calidad promedio del agua. (NTE – INEN 2176: 98 Capítulo 4.6)

3.1.2 Metodología

Con la finalidad de reducir el número de muestras simples, se procede a la realización de un tipo compuesta. El procedimiento consiste en tomar alícuotas proporcionales al volumen de muestra simple, esta alícuota se procede a mezclar con otras alícuotas de muestras simples tomadas a intervalos periódicos de tiempo.

En general la cantidad de muestra compuesta depende del tipo y el número de análisis a realizarse, siendo la mínima cantidad muestreada dos litros. La cantidad de cada alícuota que compone una muestra no deberá ser menor a 200 ml, si el muestreo se lo realiza a intervalos de 1 hora; cuando el muestreo es de forma continua es, decir, a intervalos entre 3 y 5 minutos la mínima cantidad de la alícuota no debe ser menor a 25 ml.

La frecuencia de muestreo depende del caudal y de las características de las aguas residuales. Para la toma de muestras compuestas, también depende de la variabilidad de la descarga; así, para alta variabilidad la muestra debe ser tomada cada 3 minutos hasta una vez cada hora.

El tiempo de duración de la toma de una muestra compuesta deberá ser entre 8 y 12 horas cuando las características del efluente son relativamente constantes, y de 2 a 4 horas cuando existe una significativa variación del efluente en función del tiempo.

El programa de monitoreo deberá ser extendido hasta completar el ciclo industrial, pero en ningún caso el periodo deberá ser menor de 8 días tiempo en el cual la planta deberá estar funcionando en condiciones normales.

TABLA 4. Resultados de los Análisis Físico-químicos del Efluente Industrial Líquido

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DEL EFLUENTE INDUSTRIAL LIQUIDO								
PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	NORMA LTG	NORM NAC*	NORM QUITO
Temperatura	°C	Mín. 16.5	Máx. 29		19.93	< 35	< 40	< 40
Potencial de hidrógeno	pH	9.31	10.38	9.87	9.85	5 - 9	5 - 9	5 - 9
Sólidos sedimentables	ml/L	250	250	400	300		20	10
Sólidos suspendidos	mg/L	1735	1395	1850	1660	> 80 % carga	220	200
Aceites y grasas	mg/L	0.4	2.53	1.66	1.53	Ausencia	100	50
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L (DBO ₅)	99.89	157.48	303.8	187.06	> 80 % carga	250	250
Demanda química de oxígeno	mg/L	100.5	269.6	402	257.37		500	500
Cromo total	mg/L	< 0.041	< 0.041	< 0.041	< 0.041		0.5	0.5
Fosfatos	mg/L	5.88	12.84	14.45	11.06		15	
Cianuros	mg/L	0.005	0.005	0.044	0.018		1	1
Fenoles	mg/L	< 0.001	0.002	0.006	0.003		0.2	0.2
Detergentes	mg/L	0.318	0.258	0.3	0.292		2	0.5
Aluminio	mg/L	17.91	86.05	13.72	39.23		5	
Níquel	mg/L	< 0.042	< 0.042	< 0.042	0.042		2	2
Manganeso	mg/L	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.03		10	

Fuente: Laboratorios de la Universidad Central y Normativas para Descargas Industriales – Ordenanza Municipal.

Elaborado por: Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público, Ley de Gestión Ambiental y Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

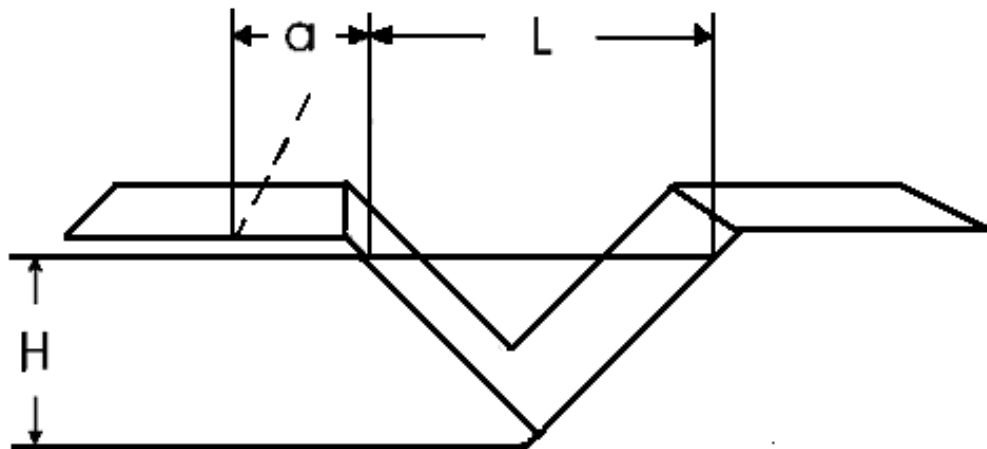
3.2 MEDIDAS “IN SITU”.

En el mismo punto del muestreo, se mide directamente en el efluente de descarga, los parámetros de: caudal, pH y temperatura, cada hora. Para ello se ha dispuesto de un vertedero tipo triangular como el que se muestra en la figura 10.

3.2.1 Medida de caudal

Para la medida de caudal se instaló un vertedero de sección triangular el mismo que fue construido de acuerdo a las recomendaciones técnicas señaladas en el FIELD ENGINEER'S MANUAL, página 442. Previamente se calibró el vertedero mediante el método de aforo utilizando un recipiente graduado de 15 litros. Los resultados se presentan en la tabla N° 5

FIGURA 10. Vertedero Triangular



Para 90°:

$$Q = 2.536H^{5/2}$$

Para 60°

$$Q = 1.408H^{5/2}$$

Fuente: National Clay Pipe Institute. Engineering Manual

TABLA 5. Resultados de caudal, temperatura y pH

Valores de Caudal, Temperatura y pH.																		
DIA:	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado		
Hora	Q (lps)	T (°C)	pH	Q (lps)	T (°C)	pH	Q (lps)	T (°C)	pH	Q (lps)	T (°C)	pH	Q (lps)	T (°C)	pH	Q (lps)	T (°C)	pH
06H00	0	0	0	2,71	18	10	3,97	18	10	3,19	19,5	10	2,64	20	5	19,3	20	1
07H00	2,12	12	8	2,84	18,2	8	4,85	18	10	3,34	19,5	9	2,39	21	4	9,49	29	3
08H00	2,33	17	9	2,71	18,5	9	3,19	18,7	10	2,84	20,2	9	2,84	20	9	1,67	29	7
10H00	5,23	16,5	5	2,91	18,6	10	4,22	19,2	10	4,48	20	10	5,63	20,1	10	0,96	26	11
11H00	5,04	17,5	7	3,19	19	10	3,97	20	10	4,67	20,2	10	11,72	20,1	10	0,79	21	14
12H00	4,4	17,5	9	3,27	20	10	3,97	19,8	10	3,41	20,5	10	3,41	21,1	10	1,83	21	14
13H00	3,19	18	10	5,23	20	10	6,48	19,5	10	6,16	20,2	10	5,33	20	8	0,89	19,8	14
14H00	4,31	19	10	4,4	19	10	4,14	20,2	10	5,53	20,8	10	4,85	21	2	0,85	19	14
15H00	3,57	19	9	3,57	20	10	3,05	21	10	3,73	21	10	3,49	22	4	1,53	21,8	14
16H00	3,19	19	10	1,93	21	10	4,57	20	10	3,05	20,5	10	1,03	21	6	1,1	21,2	14
17H00	3,97	19,2	10	2,64	20,5	9	1,1	18,5	8	4,05	20,5	8	4,31	20,8	5	0,51	19	14
18H00	3,49	19	10	3,19	21	11	3,81	20,9	11	3,57	20,1	8	2,27	20,5	10	0,12	18	14
19H00	3,41	18,7	10	3,19	20	10	5,23	20	6	4,14	20,5	10	4,14	21,6	10			
20H00	4,14	19	10	3,97	20	10	3,73	20,5	10	4,22	22	10	3,97	20,2	10			
21H00	3,41	19,5	9	5,04	19,8	10	4,05	20,5	9	6,16	20	10	1,47	18,2	8			
22H00	4,85	19,5	10	4,14	19,5	10	3,05	20	10	5,33	20,1	10	3,57	19	10			
23H00	3,57	18,5	10	3,57	20	10	2,33	19	8	3,19	19	5	2,65	19	10			
24H00	3,73	19	9	3,19	18,8	10	2,85	18,7	8	3,65	21,2	10	2,85	19	10			
01H00	4,14	18	10	3,57	19	10	3,57	19,5	9	4,23	21,5	10	3,05	19,5	10			
02H00	2,91	19	10	3,19	18	10	3,97	20	10	2,85	21	6	3,57	18	9			
03H00	3,97	18,2	10	4,85	18	10	3,2	20,5	11	2,22	19,5	6	3,81	18,5	10			
04H00	3,19	18	9	3,97	18	10	3,97	20	10	4,85	21	10	3,2	19	10			
05H00	3,49	17,9	10	2,91	18,5	10	1,94	19,5	7	4,4	20,5	10	3,97	20,5	11			
06H00	2,77	18,3	10	3,19	18	10	2,98	19	10	3,09	20,2	8	7,54	22	9			
PROMEDIO	3,670	18,14	9,30	3,47	19,23	9,88	3,67	19,63	9,46	4,01	20,40	9,13	3,90	20,09	8,33	1,79	22,07	11,17

Fuente: Laboratorio de Planta.

Elaborado por: Solis, A.

3.3 ANÁLISIS DE DBO5 Y DQO

Para análisis de DBO5 y DQO, se tomó una muestra simple cada mañana, para de inmediato trasladarlo al Laboratorio. Para este caso se sigue las recomendaciones recomendadas en la tabla 1 de la Norma NTE INEN 2169; 98.

Todo el proceso de muestreo, manejo y conservación de las muestras, se realizó con sujeción a las normas NTE INEN 2169:98 y NTE INEN 2176:98.

En la figuras 10 a 27 se presentan los resultados de: caudal, temperatura y pH. En la tabla 4 se hace un análisis comparativo entre los valores de los parámetros obtenidos en la caracterización y los valores de norma exigidos por el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua, de la Ilustre Municipalidad de Latacunga.

FIGURA 11. Caudal de Descarga (lunes)

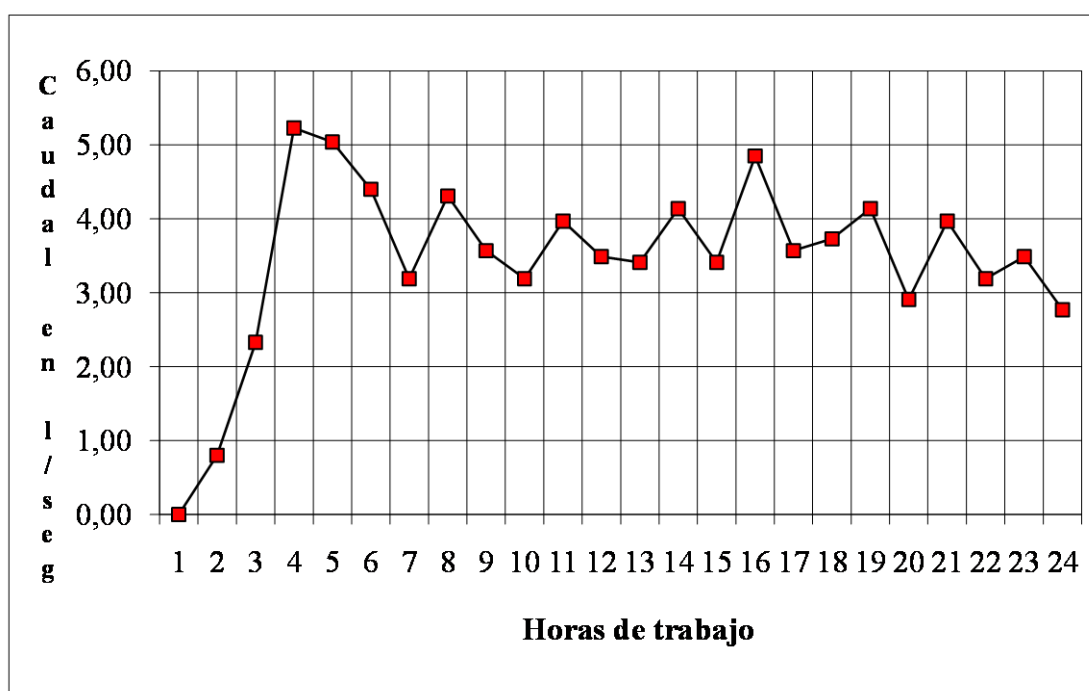


FIGURA 12. Caudal de descarga (martes)

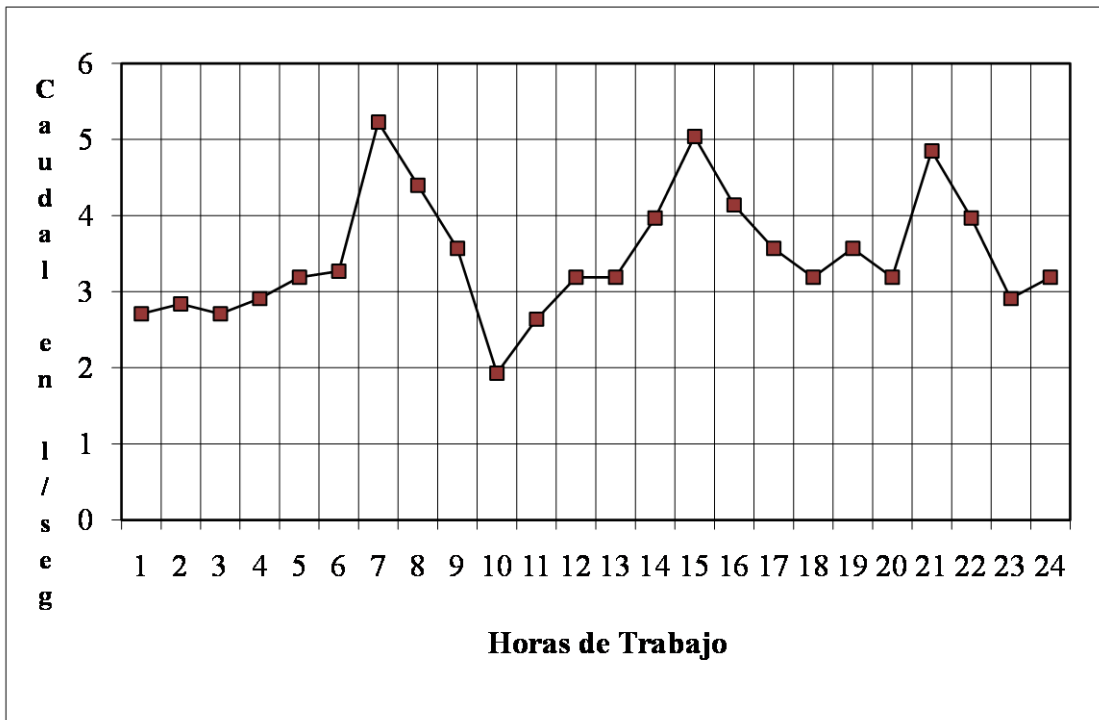


FIGURA 13. Caudal de Descarga (miércoles)

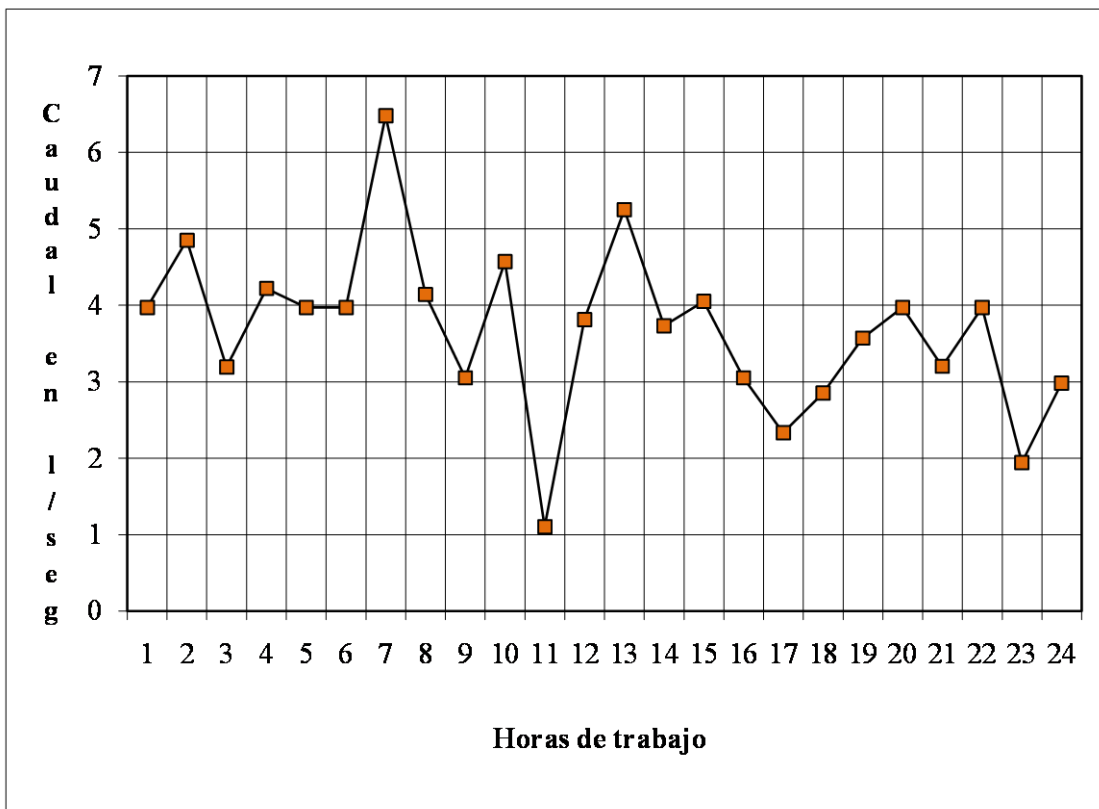


FIGURA 14. Caudal de Descarga (jueves)

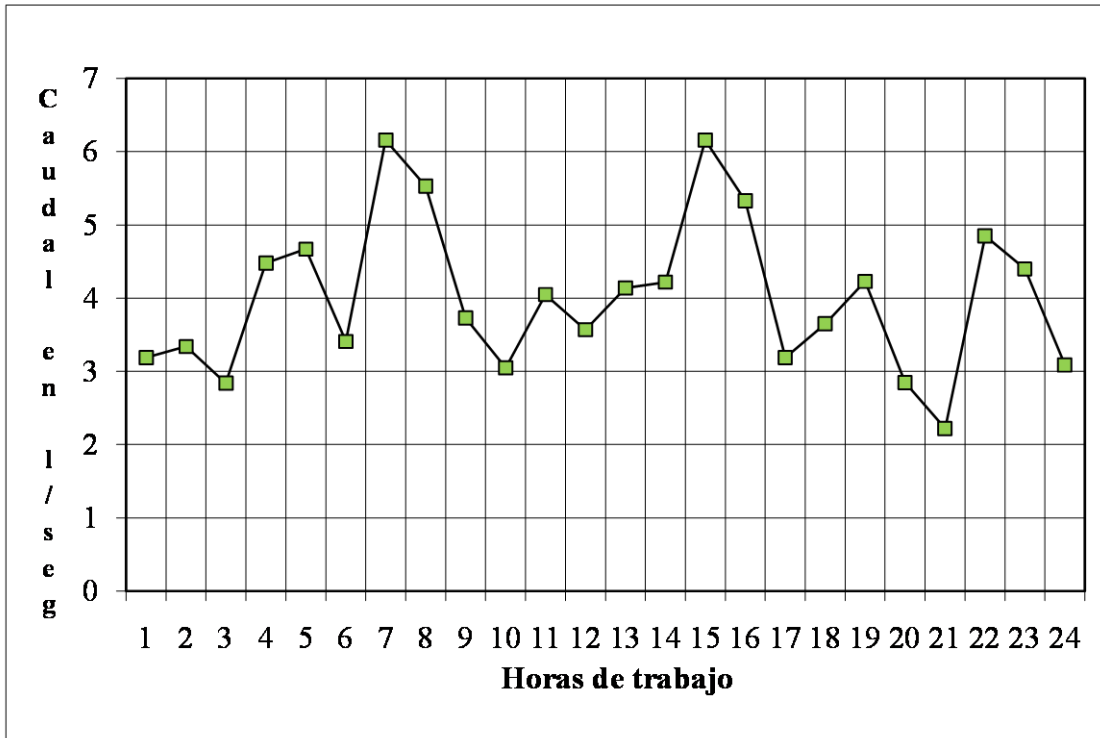


FIGURA 15. Caudal de Descarga (viernes)

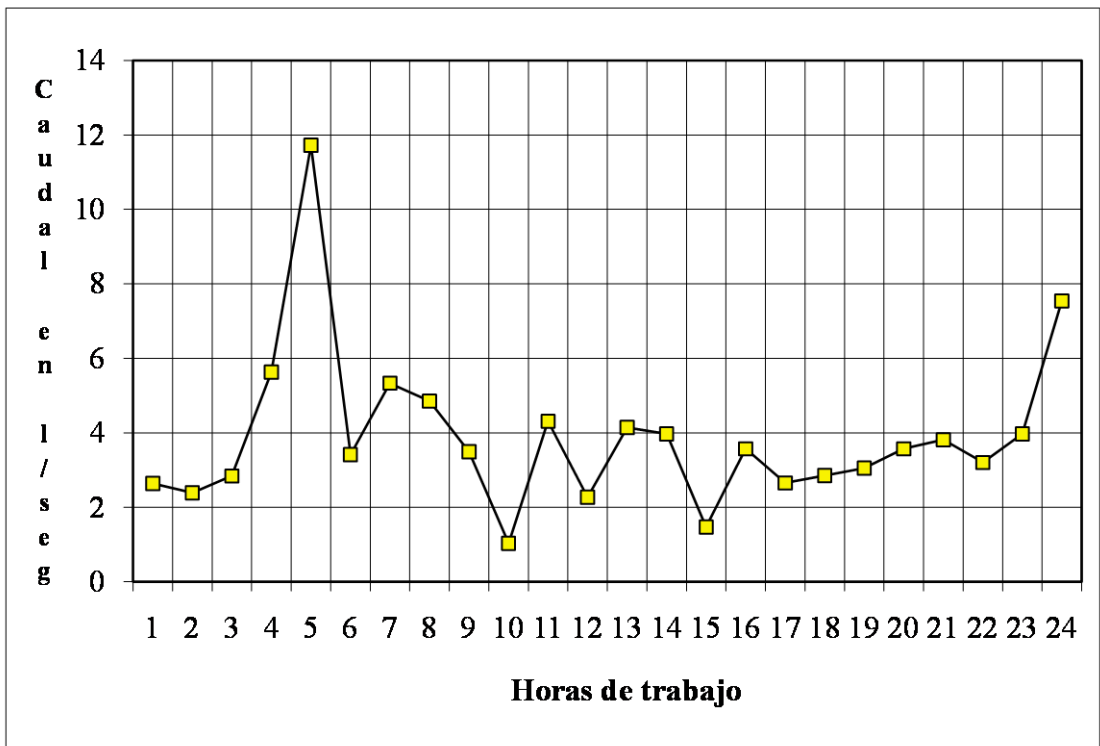


FIGURA 16. Caudal de Descarga (sábado)

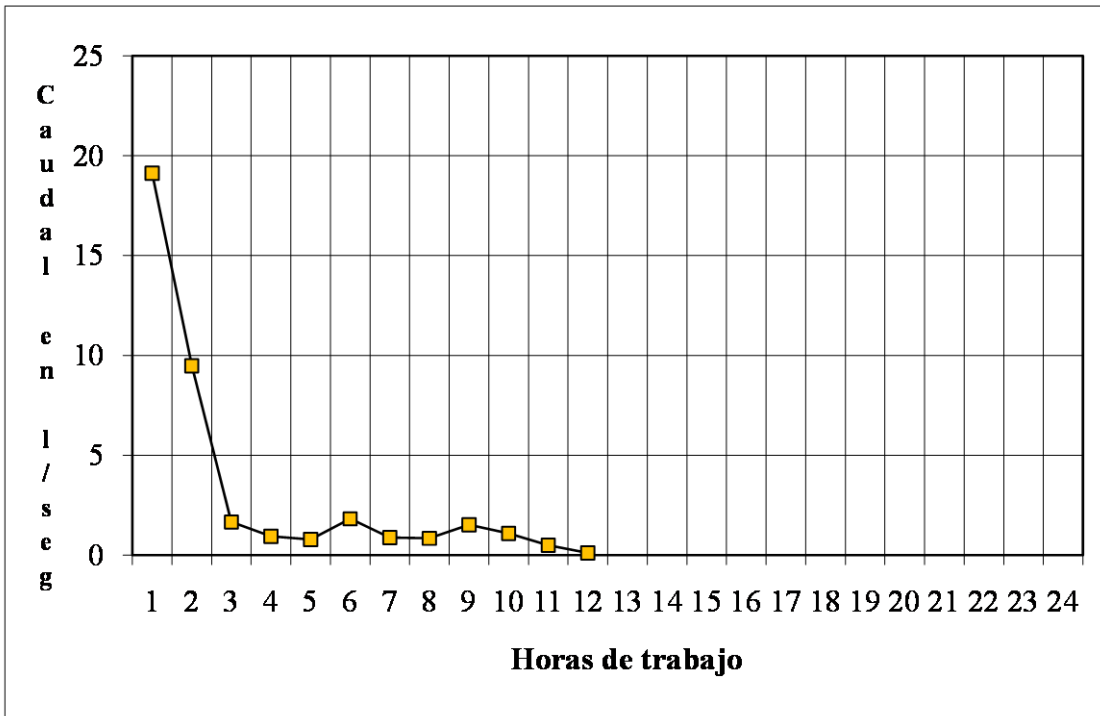


FIGURA 17. Temperatura de Descarga (lunes)

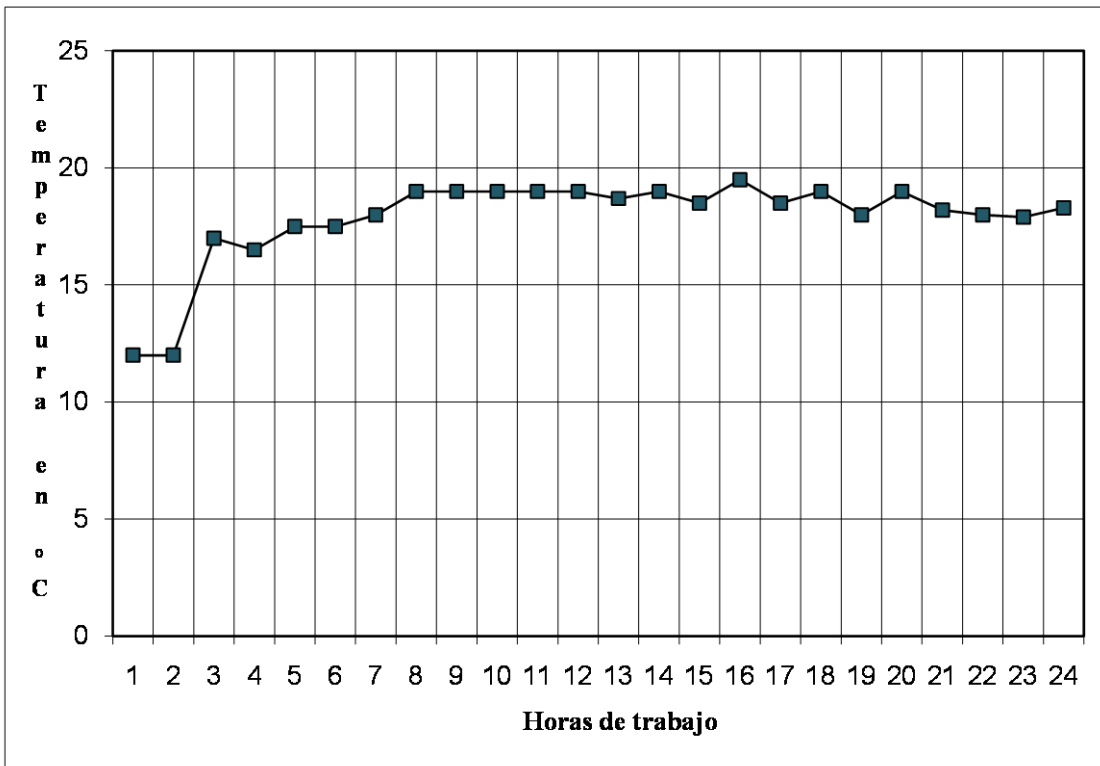


FIGURA 18. Temperatura de Descarga (martes)

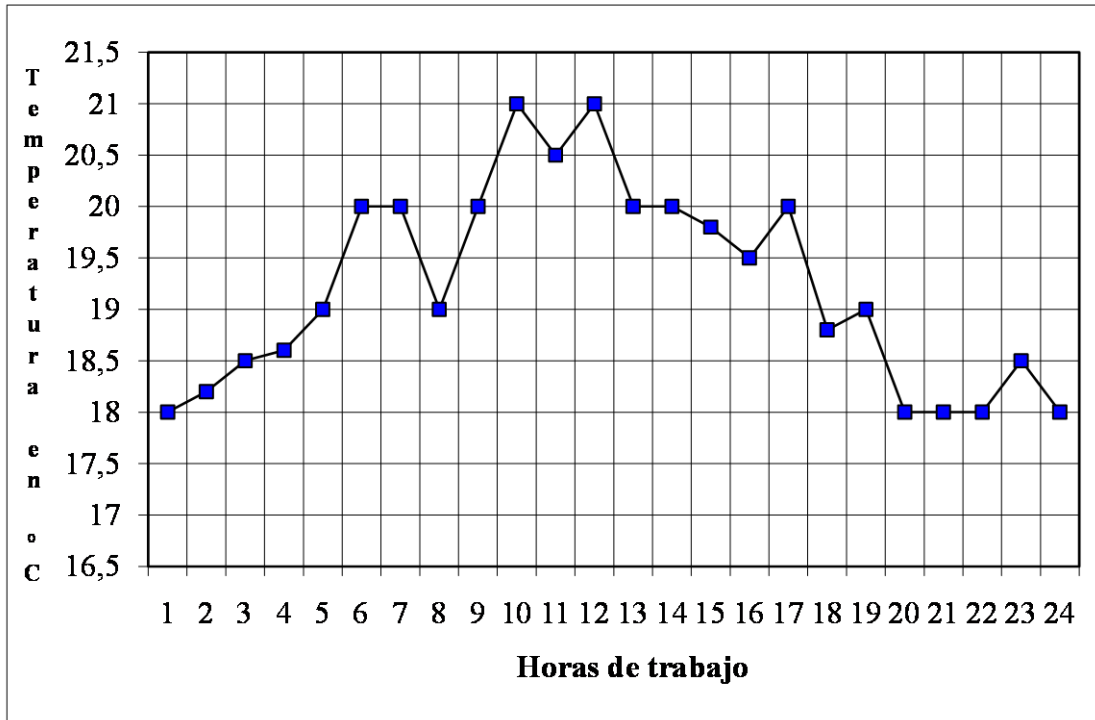


FIGURA 19. Temperatura de Descarga (miércoles)

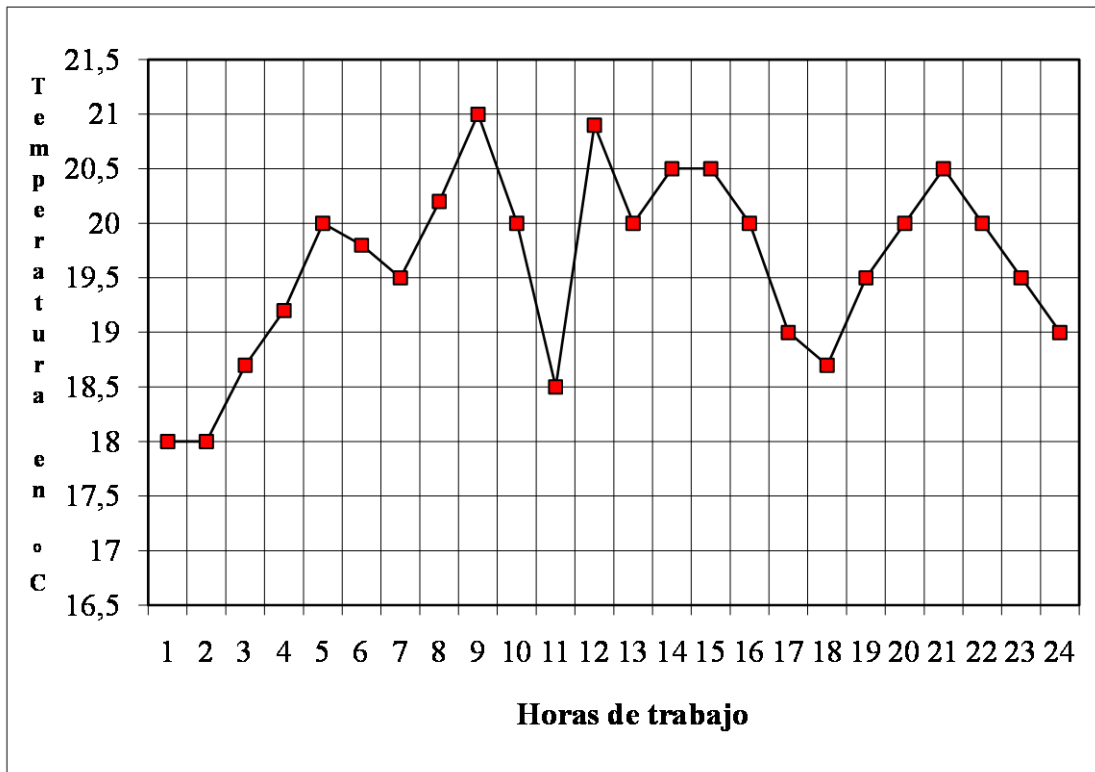


FIGURA 20. Temperatura de Descarga (jueves)

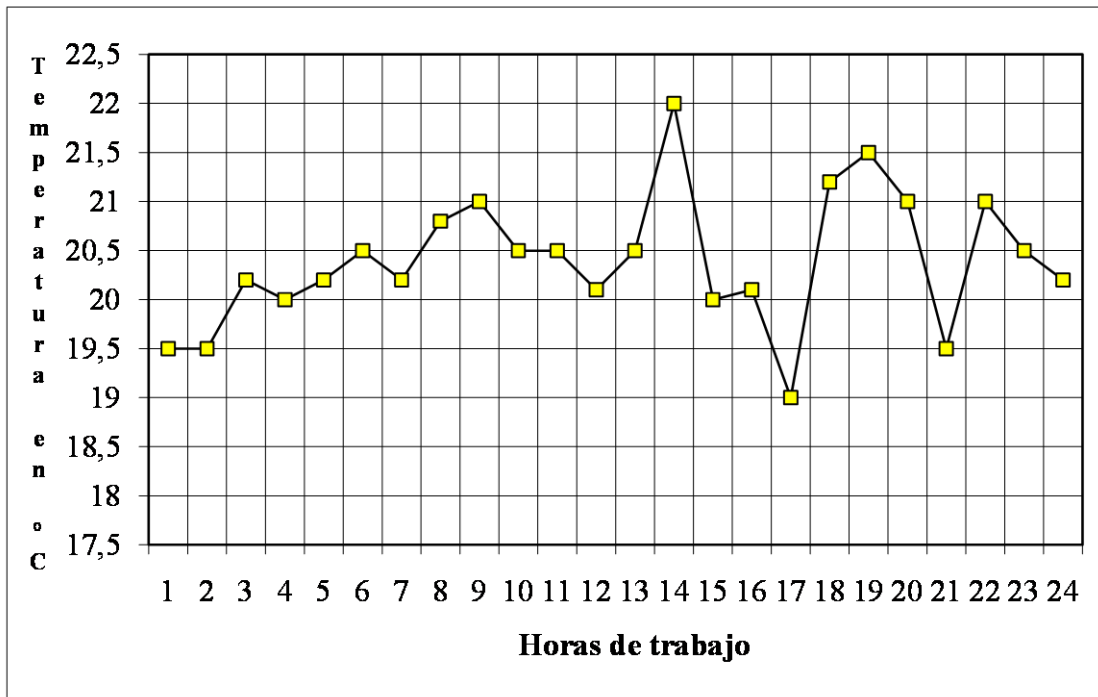


FIGURA 21. Temperatura de Descarga (viernes)

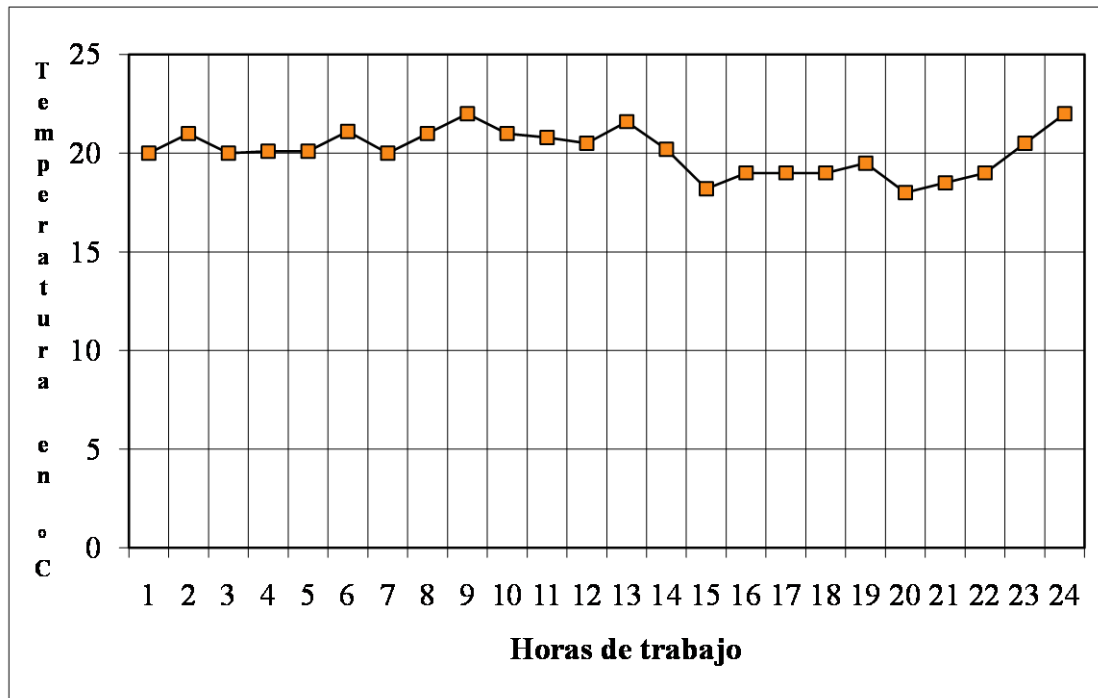


FIGURA 22. Temperatura de Descarga (sábado)

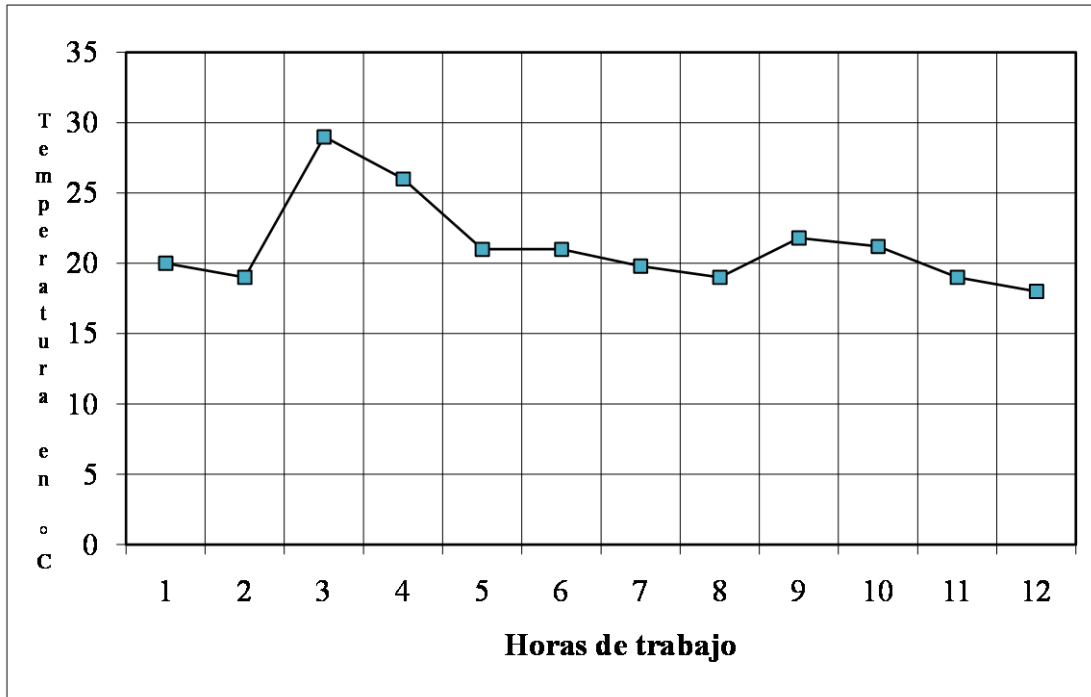


FIGURA 23. pH de la Descarga (lunes)

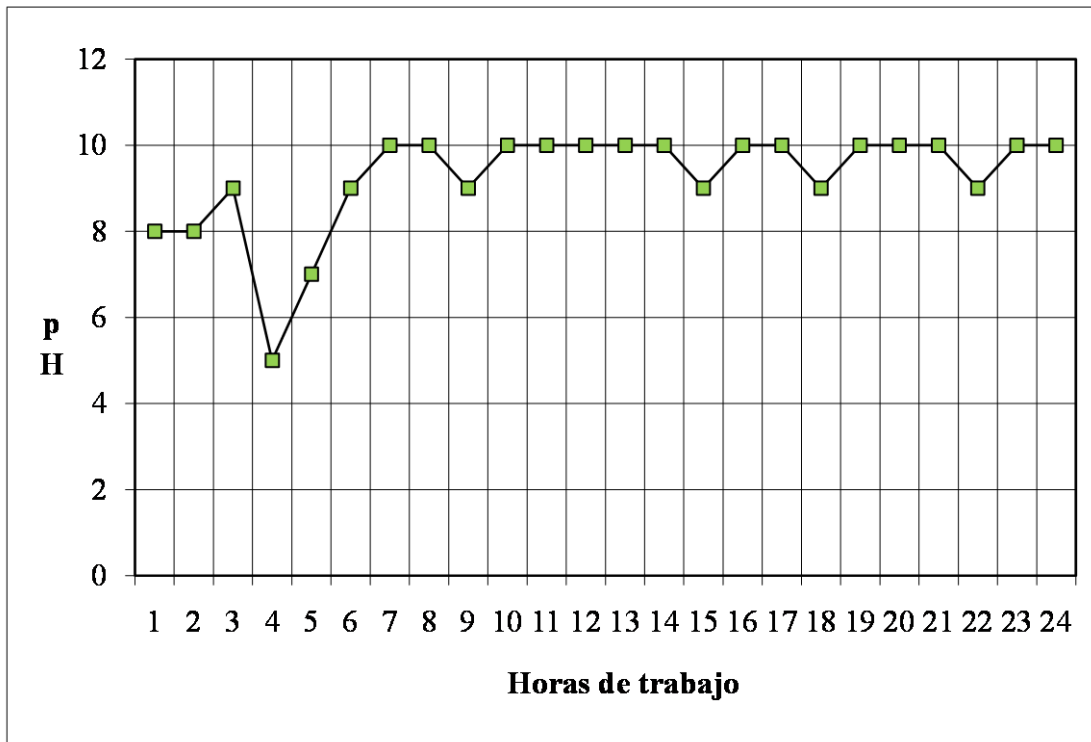


FIGURA 24. pH de la descarga (martes)

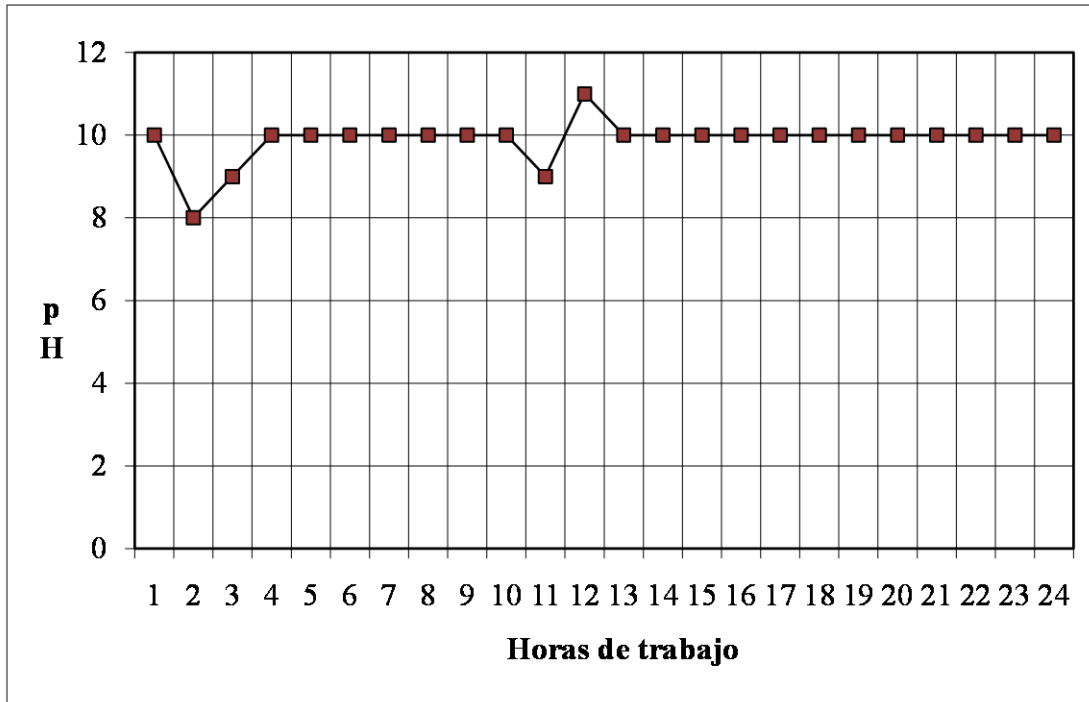


FIGURA 25. pH de la descarga (miércoles)

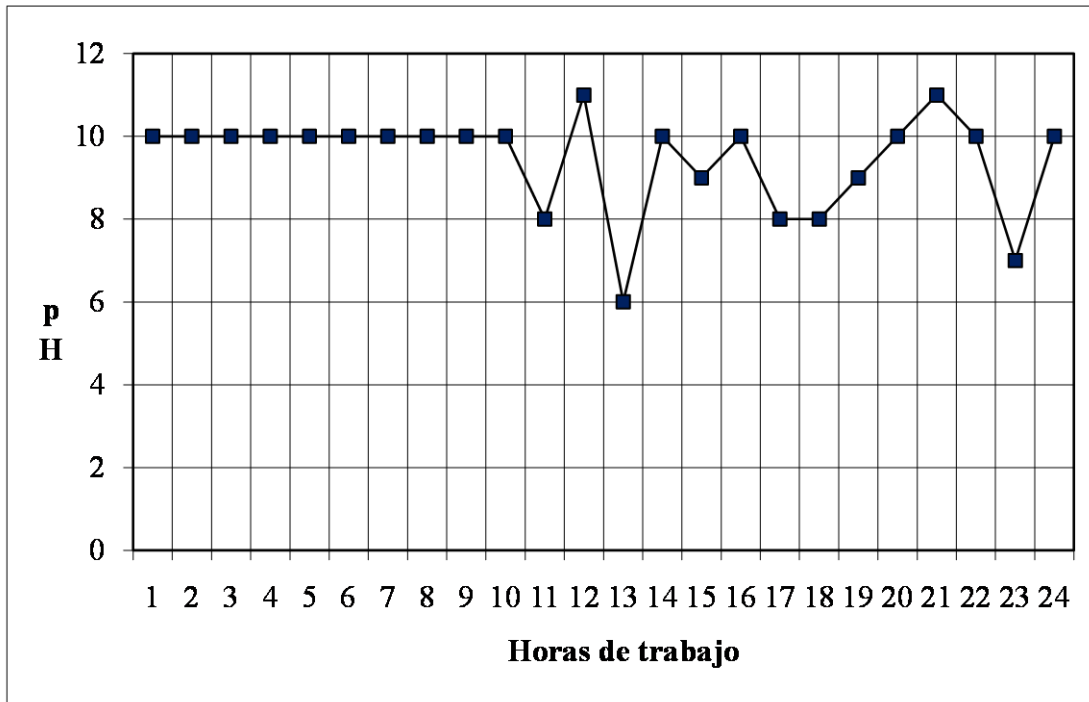


FIGURA 26. pH de la descarga (jueves)

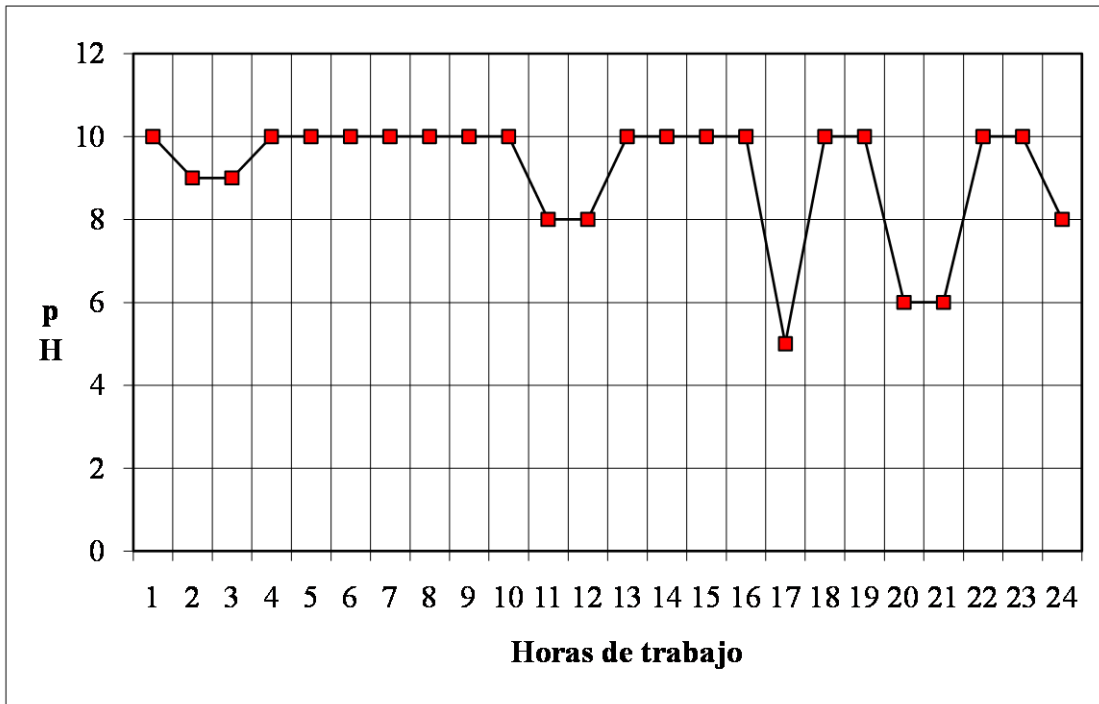


FIGURA 27. pH de la descarga (viernes)

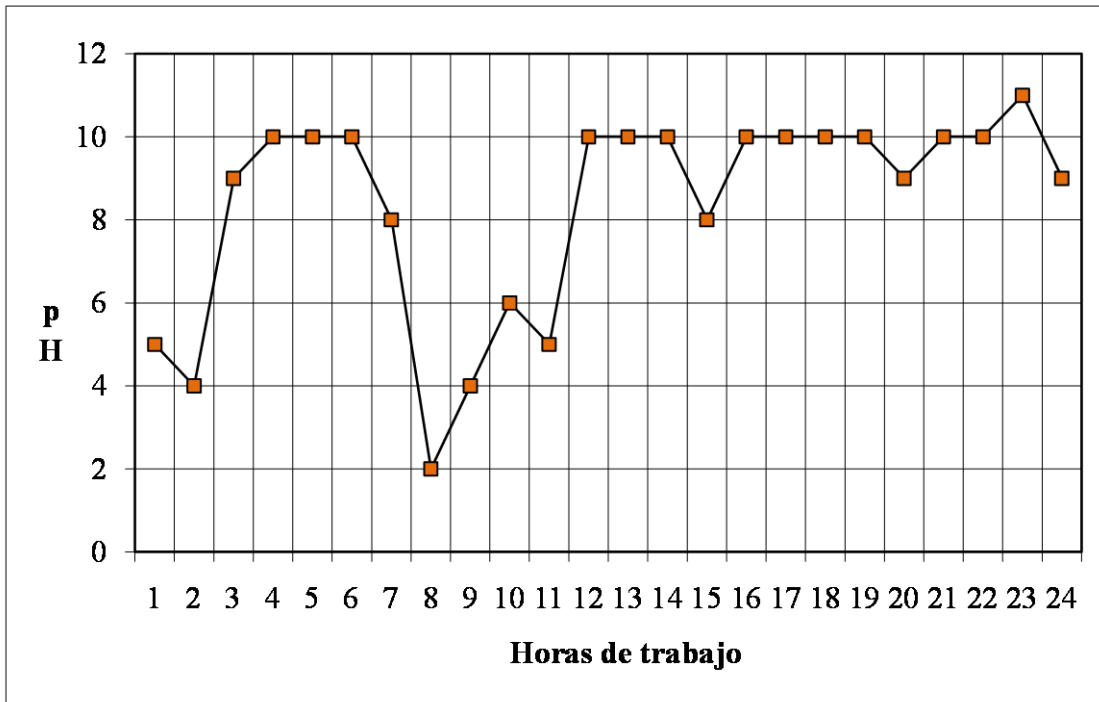
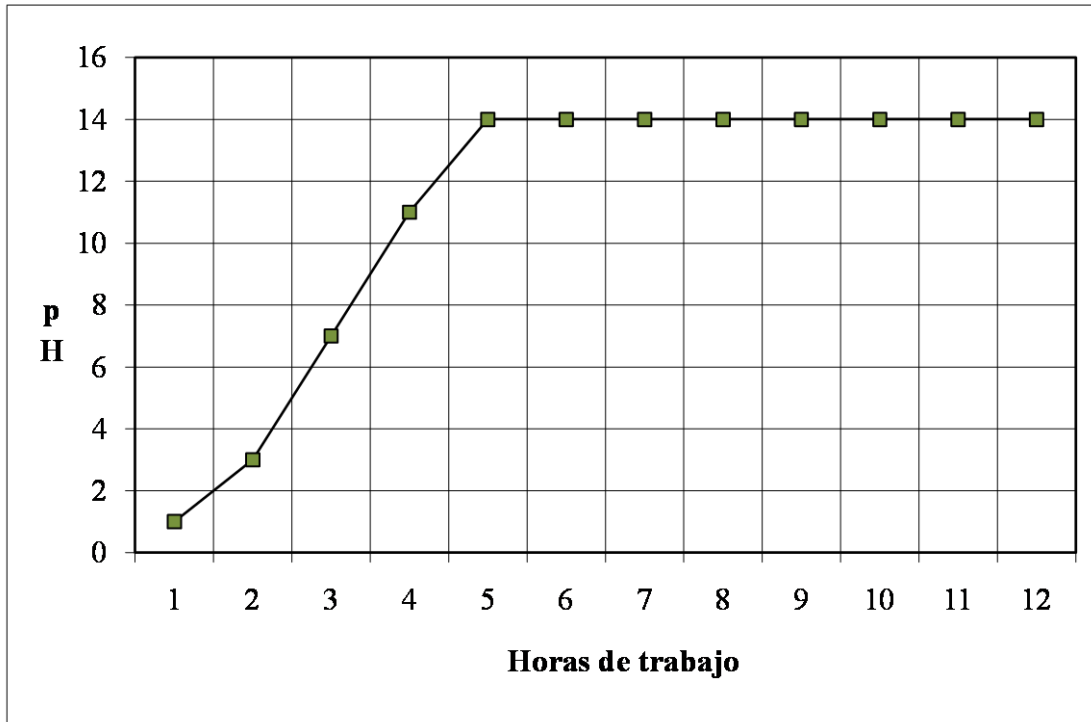


FIGURA 28. pH de la descarga (sábado)



Fuente: Laboratorio de Planta

Elaborado por: Solís, A.

3.4 INFORME DE LA CARACTERIZACIÓN

De los resultados obtenidos en la caracterización se obtiene las siguientes observaciones:

3.4.1 Caudal

Durante el proceso normal de producción, se mantiene un caudal de descarga regular. Las variaciones que este sufre son mínimas, solamente con ciertos picos en especial cuando se hace el retrolavado de los filtros de arena. La principal variación del caudal se da al cierre de la semana de labores, cuando se descargan todos los tanques de lavado de los perfiles. Este efecto dura unas 4 horas presentando un caudal superior a la media y con un pico máximo de 20 L/seg. (Tabla 5.)

3.4.2 Temperatura

Este parámetro es el más estable de todos, con un valor medio de 19.93 °C. Solamente al cierre de la semana de producción se registra temperaturas cercanas a los 30 °C, y corresponde al efecto que ejerce el vaciado de un tanque de enjuague que trabaja a 70 °C y a una renovación parcial de la solución de decapado alcalino.

3.4.3 pH

Este parámetro se mantiene sobre 9 en la escala, con pocas variaciones hacia el lado ácido. Tiende a ser predominantemente alcalino al cierre de semana debido a la descarga parcial de la solución de decapado cáustico y de la descarga total de la solución de limpieza de matrices, cerrando en la escala con valor 14.

3.4.4 Parámetros físico-químicos

En la Tabla 4, se presentan los resultados de los análisis de las muestras de agua, y se puede comparar con la norma nacional, que es la más completa. Allí se observa que la descarga rebasa los límites permisibles en cuatro parámetros de los proporcionados por el Departamento del Medio Ambiente de la I. Municipalidad de Latacunga (ver anexo 2), estos son: pH, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, y aluminio disuelto. Por tanto, el efluente requiere tratamiento para reducir estos parámetros mencionados.

3.5 TRATAMIENTO

En base a los resultados obtenidos en la caracterización de efluentes líquidos y a estudios encargados a diferentes firmas especializadas se señala los siguientes criterios para el tratamiento de estos efluentes.

3.5.1 Puntos de origen

Anodizado: Descargas provenientes de aguas de lavado ácidas y alcalinas, y por descartes periódicos de baños de proceso ácidos y alcalinos, totalizando una descarga diaria de 132 m³/día en un régimen de 24 h/día, 6 días por semana.

Al finalizar la semana de trabajo todos los tanques de lavado son descargados, lo que representa un volumen total de 128 m³ durante 3 horas.

Planta de Pintado: Descargas provenientes de agua de lavado y descargas periódicas concentradas provenientes de los baños de desengrase y conversión, representa un volumen de 7m³ / día, 5 días por semana.

Matricería: Son descargas alcalinas concentradas en un volumen entre 2,6 y 3,1 m³ /día.

Ablandadores por intercambio iónico: Estos efluentes son aguas concentradas ricas en calcio, cloruros y sodio resultantes de la regeneración de las columnas que conforman el tren de ablandadores, la descarga promedio diaria es de 27 m³ / día.

Torres de enfriamiento: Estos equipos descargan mediante purgas continuas una agua concentrada en sales minerales, un volumen de 1,8 m³ / día.

Fundición: Son aguas de baja contaminación utilizadas para enfriamiento y representan un volumen de 13,3 m³ que son descargados al finalizar la semana de trabajo.

Prensas extrusoras: Utilizan agua para enfriamiento la misma que es contaminada con aceite hidráulico, y sus volumen de descarga se estima entre 50 a 100 litros /mes.

Osmosis inversa: Este equipo produce un rechazo porcentual del agua procesada, con un contenido relativamente alto de calcio, cloruros, sodio, magnesio y otros, con un volumen de 60 m³ / día, los mismos que son reciclados en el tratamiento general del agua para los procesos.

3.5. 2. Medidas de ajuste

Antes de definir el tratamiento de los diferentes tipos de descargas líquidas es necesario implementar algunas medidas de ajustes en los diferentes procesos productivos, las mismas, que se detallan a continuación:

Anodizado:

- Segregar las descargas de aguas de lavado y las descargas concentradas mediante la instalación de cañerías construidas en polipropileno o PVC con la finalidad de tratar por separado los concentrados antes de inyectar a la planta de tratamiento general. Esta medida evitara también el ataque químico corrosivo a los pisos de la planta y su posible infiltración en el suelo con el riesgos de contaminar las capas freáticas.
- Se recomienda el revestimiento con material anticorrosivo de todo el piso involucrado en el área.
- Colocar tapa-juntas de fibra de vidrio entre todos los tanques, de manera que se evite el derrame de líquidos en el piso.
- Implantar sistemas de extracción y lavado de gases en los diferentes procesos con la finalidad de evitar su emisión al medio ambiente y proporcionar un ambiente laboral limpio a los trabajadores, en especial en los procesos de desengrase, decapado, anodizado y sellado.

- Reemplazar el uso de permanganato de potasio por ferrioxalato de amonio puesto que el manganeso perjudica la floculación y requiere un tratamiento previo especializado.
- Considerar la construcción de bases e instalaciones de seguridad para los tanques de proceso en caso de derrames accidentales, esto permitirá recuperar estos líquidos o tratarlos separadamente.

Planta de Pintado: La presencia de fluoruros en la fase de pretratamiento exige un proceso diferenciado y especializado de estas descargas antes de ingresar a la planta de tratamiento general por lo que se prevé en este proyecto un sistema de transferencia segregado para estos residuos.

Matricería: Se recomienda estudiar la posibilidad de instalar un sistema de tratamiento parcial que permita reciclar un porcentaje de estos vertidos, el resto se neutralizara antes de inyectar a la planta general.

Prensas extrusoras: Recolectar estos desechos para separar mediante trampas de grasa.

3.5.3 Consideraciones sobre la planta de tratamiento de efluentes industriales

Las aguas provenientes de los procesos de lavado y otros vertidos de baja contaminación serán sometidos a un proceso continuo, constituidos por tanques de mezcla, tanques para ajuste diferenciado de pH, tanque de neutralizado, tanque de floculación., tanque de sedimentación, tanque para la acumulación del agua tratada, unidades de filtración a través de arena y carbón activado, tanques de acumulación de agua tratada para fines de recirculación parcial y una unidad para medida final del caudal y finalmente descarga en el cuerpo del receptor.

El lodo formado en el tratamiento continuo, en el paso de la sedimentación, será enviado a un tanque espesador de lodos para su posterior deshidratación parcial

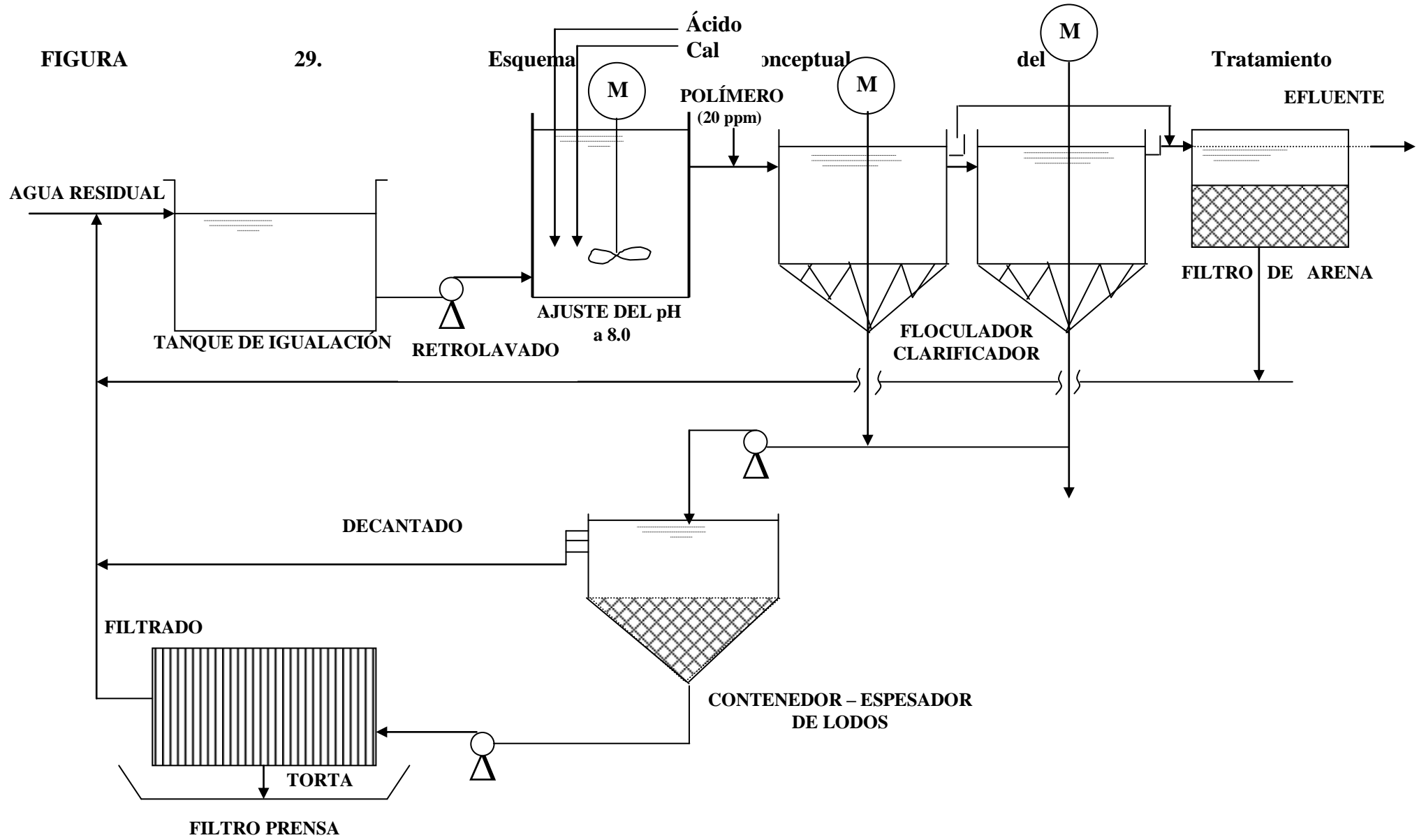
en un filtro prensa. A su vez el filtrado del filtro prensa será inyectado al tanque de mezcla conjuntamente con las aguas residuales de entrada.

El área ocupada por la planta de tratamiento oscilará entre 300 a 350 m².

A continuación en la figura N° 29, se adjunta un diagrama de flujo de lo que podrá ser el sistema de tratamiento para todas las descargas líquidas de esta planta industrial.

FIGURA

29.



CAPÍTULO 4
CARACTERIZACIÓN DE
EMISIONES GASEOSAS

CAPÍTULO 4

CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES GASEOSAS

La caracterización de emisiones gaseosas se realiza sobre fuentes fijas de combustión, de los equipos existentes en Planta y que se lo presenta en la tabla 8. Únicamente el equipo electrógeno se considera en la categoría de fuentes móviles por ser un motor de combustión interna.

TABLA 6. Identificación de fuentes fijas de combustión

EQUIPOS DE COMBUSTIÓN - FUENTE FIJAS		
EQUIPO	POTENCIA (Btu/h)	CONSUMO (diesel Gal/h)
Caldero # 1	1004260	2.97
Caldero # 2	1004260	2.97
Generador de extrusión	3417635	10.11
Horno de envejecimiento	713328	2.11
Horno de lingotes P 1	2285520	6.76
Horno de lingotes P 2	2116800	6.26
Quemador # 1 matricería	n/d	n/d
Quemador # 2 matricería	n/d	n/d
Horno de homogenizado	4500000	13.32
Horno de crisol # 1	823180	2.44
Horno de crisol # 2	823180	2.44

Fuente: Información de Planta

Elaborado por: Solís, A.

En el diagrama adjunto se presenta una implantación de las instalaciones donde se pueden observar la ubicación de las diferentes fuentes de combustión.

4.1 MUESTREO Y ANÁLISIS

Los estudios y los análisis fueron realizados por la Unidad de Monitoreo de Emisiones Gaseosas de la Escuela Politécnica Nacional, quienes utilizaron: un equipo analizador de gases marca TESTO 350 M/XL, para determinar oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno por método directo. Por cálculo se determinó el porcentaje de CO₂ y la eficiencia de combustión. Una termocupla tipo “K” incorporada mide directamente la temperatura de los gases.

La velocidad y flujo de gases se determinó mediante un manómetro diferencial y un tubo Pitot. Para el número de humo se utilizó el método de Bacharach, y la cantidad de material particulado se determinó por cálculo en base al tipo y consumo de combustible, el flujo de gases de salida, la temperatura del gas y el número de humo.

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en las tablas 16 a 22, se presentan para cada equipo: las características técnicas, los datos resultado del monitoreo de dos mediciones y los valores promedio de los parámetros establecidos por la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en cuanto a emisiones gaseosas provenientes de fuentes de combustión. Para los valores del generador de extrusión se compara con la normativa de fuentes de combustión interna, para todos los demás equipos se utiliza la normativa de fuentes fijas de combustión.

TABLA 7. Caldero # 1, Características Técnicas

CALDERO # 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	1035	Diámetro de chimenea (m)	0.3
Potencia (Btu/h)	1004260	Altura de chimenea	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	1.5 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible Calculado (gal/h)	3.0	Presión localidad (atm)	0.76

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

TABLA 8. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	258.1	285.7	271.9
Temperatura	°C	332.5	338.5	335.5
Porcentaje de oxígeno	%	4.9	4.9	4.9
Porcentaje de dióxido de carbono	%	12.1	12	12.1
Monóxido de carbono	ppm	1	0	1
Dióxido de azufre	ppm	195	175	185
Óxidos de nitrógeno	ppm	72	75	74
Exceso de aire	%	27.9	28	28
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	1.2	1.5	1.4
Número de humo	-	1	1	1

Fuente: Laboratorios de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (0° C y 1 atm.), en bases secas y corregidas al 7 % de oxígeno.

TABLA 9. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	23	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	131	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	458	1650

TABLA 10. Caldero # 2 Características Técnicas

CALDERO # 2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	1035	Diámetro de chimenea (m)	0.3
Potencia (Btu/h)	1004260	Altura de chimenea (m)	5.9
Ubicación del puerto de Muestreo	1.5 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	3.0	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 11. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	299.5	297.8	298.7
Temperatura	°C	290.8	294	292.4
Porcentaje de oxígeno	%	6.0	6.1	6.1
Porcentaje de dióxido de carbono	%	11.2	11.2	11.2
Monóxido de carbono	ppm	0	0	0
Dióxido de azufre	ppm	194	213	204
Óxidos de nitrógeno	ppm	65	74	70
Exceso de aire	%	37.3	37.6	37.5
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	1.5	1.5	1.5
Número de humo	-	1	1	1

TABLA 12. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	23	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	133	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	543	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 13. Generador de Extrusión, Características Técnicas

GENERADOR DE EXTRUSIÓN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	-	Diámetro de chimenea (m)	0.3
Potencia (Kw))	1500	Altura de chimenea (m)	6
Ubicación del puerto de muestreo	1.5 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	10.1	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 14. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	185.6	231.2	208.4
Temperatura	° C	674.9	488.2	581.6
Porcentaje de oxígeno	%	8.8	9.7	9.3
Porcentaje de dióxido de carbono	%	9.1	8.4	8.8
Monóxido de carbono	ppm	991	770	881
Dióxido de azufre	ppm	138	145	142
Óxidos de nitrógeno	ppm	1505	1428	1467
Exceso de aire	%	65.9	78.5	72.2
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	2.5	2.5	2.5
Número de humo	-	6	6	6

TABLA 15. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	180	350
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	1535	2300
Dióxido de azufre	mg/m ³	206	1500

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (°C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 16. Horno de Envejecimiento, Características Técnicas

HORNO DE ENVEJECIMIENTO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	3080	Diámetro de chimenea (m)	0.5
Potencia (Btu/h)	713328	Altura de chimenea (m)	6.1
Ubicación del puerto de muestreo	2.7 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	2.1	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 17. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	534.5	683.6	609
Temperatura	°C	178.9	173.9	176.4
Porcentaje de oxígeno	%	18.9	19.8	19.4
Porcentaje de dióxido de carbono	%	1.5	0.8	1.2
Monóxido de carbono	ppm	10	11	11
Dióxido de azufre	ppm	17	16	17
Óxidos de nitrógeno	ppm	6	14	10
Exceso de aire	%	783.6	1430.4	1107
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	0.5	0.8	0.7
Número de humo	-	1	0	1

TABLA 18. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	57	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	174	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	399	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 19. Horno de Lingotes P 1 - Características Técnicas

HORNO DE LINGOTES P 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	4280	Diámetro de chimenea (m)	0.2
Potencia (Btu/h)	2285520	Altura de chimenea (m)	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	1.2 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	6.8	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 20. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	176.3	189.2	182.7
Temperatura	° C	436.1	414.8	425.5
Porcentaje de oxígeno	%	8.1	3.4	5.8
Porcentaje de dióxido de carbono	%	9.6	13.2	11.4
Monóxido de carbono	ppm	59	4081	2070
Dióxido de azufre	ppm	100	94	97
Óxidos de nitrógeno	ppm	40	18	29
Exceso de aire	%	72.9	79	76
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	12	13	12.5
Número de humo	-	0	0	0

TABLA 21. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LIMITES
Partículas totales	mg/m ³	49	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	55	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	254	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (°C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 22. Horno de Lingotes P 2- Características Técnicas

HORNO DE LINGOTES P 2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	4200	Diámetro de chimenea (m)	0.2
Potencia (Btu/h)	2116800	Altura de chimenea (m)	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	0.9 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	6.3	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 23. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	297.2	160.6	228.9
Temperatura	° C	317.1	375.6	346.4
Porcentaje de oxígeno	%	16.0	12	14
Porcentaje de dióxido de carbono	%	3.7	6.7	5.2
Monóxido de carbono	ppm	1938	8	973
Dióxido de azufre	ppm	5	67	36
Óxidos de nitrógeno	ppm	15	21	18
Exceso de aire	%	262.7	123.4	193.1
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	17	6	11.5
Número de humo	-	0	0	0

TABLA 24. Datos Promedio Comparados con los Limites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	80	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	74	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	205	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (°C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 25. Quemador 1 - Matricería - Características Técnicas

QUEMADOR 1 - MATRICERÍA - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	No disponible	Diámetro de chimenea (m)	0.2
Potencia (Btu/h)	273405	Altura de chimenea (m)	9.2
Ubicación del puerto de muestreo	0.9 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	2.0	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 26. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	81.3	87.4	84.3
Temperatura	°C	232.7	197.5	215.1
Porcentaje de oxígeno	%	8.0	7.8	7.9
Porcentaje de dióxido de carbono	%	9.7	9.9	9.8
Monóxido de carbono	ppm	7	6	7
Dióxido de azufre	ppm	189	183	186
Óxidos de nitrógeno	ppm	58	58	58
Exceso de aire	%	56.5	54.3	55.4
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	1	1	1
Número de humo	-	0	0	0

TABLA 27. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LIMITES
Partículas totales	mg/m ³	37	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	127	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	567	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 28. Quemador 2 – Matricería – Características Técnicas

QUEMADOR 2 - MATRICERÍA - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	No disponible	Diámetro de chimenea (m)	0.2
Potencia (Btu/h)	273405	Altura de chimenea (m)	9.2
Ubicación del puerto de muestreo	0.9 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	2.0	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 29. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	54.3	53.6	53.9
Temperatura	° C	422	431.5	426.8
Porcentaje de oxígeno	%	11.9	12.1	12
Porcentaje de dióxido de carbono	%	6.8	6.6	6.7
Monóxido de carbono	ppm	512	572	542
Dióxido de azufre	ppm	124	118	121
Óxidos de nitrógeno	ppm	41	37	39
Exceso de aire	%	119	124.7	121.9
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	1	1	1
Número de humo	-	8	8	8

TABLA 30. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	531	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	124	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	536	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (°C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 31. Horno Homogenizado – Matricería – Características Técnicas

HORNO HOMOGENIZADO - MATRICERÍA - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	No disponible	Diámetro de chimenea (m)	0.5
Potencia (Btu/h)	4500000	Altura de chimenea (m)	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	3 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	13.3	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 32. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	304.1	270.1	287.1
Temperatura	° C	380.9	385.4	383.2
Porcentaje de oxígeno	%	14.8	5.6	10.2
Porcentaje de dióxido de carbono	%	4.6	11.5	8.1
Monóxido de carbono	ppm	517	1225	871
Dióxido de azufre	ppm	53	67	60
Óxidos de nitrógeno	ppm	14	32	23
Exceso de aire	%	218.4	33	125.7
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	0.5	0.4	0.5
Número de humo	-	0	0	0

TABLA 33. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LIMITES
Partículas totales	mg/m ³	87	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	61	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	222	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 34. Horno de Crisol # 1 – Características Técnicas

HORNO DE CRISOL # 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	1261	Diámetro de chimenea (m)	0.5
Potencia (Btu/h)	833180	Altura de chimenea (m)	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	0.25 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	2.4	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 35. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	482.2	483.4	482.8
Temperatura	° C	155.3	154.2	154.8
Porcentaje de oxígeno	%	18.9	18.9	18.9
Porcentaje de dióxido de carbono	%	1.5	1.5	1.5
Monóxido de carbono	ppm	17	21	19
Dióxido de azufre	ppm	6	8	7
Óxidos de nitrógeno	ppm	12	13	13
Exceso de aire	%	767.9	773.2	770.6
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	0.5	0.5	0.5
Número de humo	-	3	3	3

TABLA 36. Datos Promedio Comparados con los Limites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	147	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	171	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	133	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

TABLA 37. Horno de Crisol # 2 – Características Técnicas

HORNO DE CRISOL # 2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad (lb/h)	1261	Diámetro de chimenea (m)	0.5
Potencia (Btu/h)	833180	Altura de chimenea (m)	No disponible
Ubicación del puerto de muestreo	0.25 m de la última perturbación	Tipo de combustible	Diesel
Consumo de combustible calculado (gal/h)	2.4	Presión localidad (atm)	0.76

TABLA 38. Datos Registrados durante el Monitoreo

PARÁMETRO	UNIDAD	M 1	M 2	PROMEDIO
Flujo de gas condiciones normales	m ³ /h	991.7	1168.1	1079.9
Temperatura	°C	143.3	135.1	139.2
Porcentaje de oxígeno	%	18.4	17.9	18.2
Porcentaje de dióxido de carbono	%	1.9	2.3	2.1
Monóxido de carbono	ppm	353	328	340.5
Dióxido de azufre	ppm	7	8	8
Óxidos de nitrógeno	ppm	17	22	20
Exceso de aire	%	619.4	511.4	565.4
Caída de presión (P)	(inH ₂ O/100)	3	4	3.5
Número de humo	-	0	0	0

TABLA 39. Datos Promedio Comparados con los Límites Máximos Permisibles

CONTAMINANTE	UNIDAD	VALOR	LÍMITES
Partículas totales	mg/m ³	16	355
Óxidos de nitrógeno	mg/m ³	196	700
Dióxido de azufre	mg/m ³	105	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Nota: los valores se encuentran evaluados a condiciones normales (° C y 1 atm.), en base seca y corregidos al 7 % de oxígeno.

Como se puede observar en la Tabla siguiente, el único parámetro que sale de norma es el material particulado correspondiente al Quemador # 2 de matricería. Todos los demás equipos tienen valores de emisión dentro de la normativa correspondiente.

TABLA 40. Valores Promedio Transformados a unidades norma

VALORES PROMEDIO TRANSFORMADOS A UNIDADES NORMA						
EQUIPO	PARTÍCULAS (mg/m ³)	VALOR MAX PERMISIBLE	NOX (mg/m ³)	VALOR MAX PERMISIBLE	SO ₂ (mg/m ³)	VALOR MAX PERMISIBLE
Caldero # 1	23	355	131	700	458	1650
Caldero # 2	23	355	133	700	543	1650
Generador de extrusión	180	350	1535	2300	206	1500
Horno de envejecimiento	57	355	174	700	399	1650
Horno de lingotes P 1	49	355	55	700	254	1650
Horno de lingotes P 2	80	355	74	700	205	1650
Quemador # 1 matricería	37	355	127	700	567	1650
Quemador # 2 matricería	531	355	124	700	536	1650
Horno de homogenizado	87	355	61	700	222	1650
Horno de crisol # 1	147	355	171	700	133	1650
Horno de crisol # 2	16	355	196	700	105	1650

Fuente: Laboratorio de la EPN

Elaborado por: Solís, A.

Aunque no contempla en la normativa nacional, el monóxido de carbono esta muy elevado en la mayoría de equipos, lo cual se puede contrarrestar con un buen plan de mantenimiento de los equipos.

CAPÍTULO 5
CARACTERIZACIÓN DE
DESECHOS SÓLIDOS

CAPÍTULO 5

CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Tratándose de una Planta industrial, la generación de desechos sólidos está gobernada por el flujo de materiales involucrados en los distintos procesos productivos, por ello se ha puesto principal atención en los mismos, tal como se ilustra en los diagramas de flujo respectivos.

Para la caracterización de desechos sólidos se ha establecido la siguiente metodología en función de la estructura de la Planta:

1. Determinación de los flujogramas de generación de residuos sólidos y sus orígenes.
2. Recopilación de información general histórica sobre los tipos de desechos sólidos.
3. Estudios de entradas de materias primas e insumos por cada proceso productivo por separado e identificación de salidas de productos y desechos.
4. Muestreo, separación manual y pesaje de desechos.
5. Clasificación y cuantificación de desechos según el tipo de material y componente.
6. Obtención de indicadores en relación a la cantidad de producto procesado.

5.1 TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS QUE GENERA LA PLANTA

En la Tabla 41, se resumen los principales tipos de desechos que genera la Planta en base a su organigrama funcional señalado en la página 15. Aquí se señala, de

un modo general, los desechos generados por departamento ya sea éste productivo, administrativo ó de servicios.

TABLA 41. Tipos de Desechos Sólidos que genera la Planta

Área	Tipo de desechos	Área	Tipo de desechos
Fundición	Limalla de aluminio Escoria de aluminio Guantes de asbesto Guantes de cuero Guantes de caucho Tela de vidrio Crisoles de grafito Recipiente de plástico de 5 galones Recipientes de cartón	Anodizado	Envases de PVC de 55 galones Envases de PVC de 5 galones Madera Cartón Chatarra de aluminio Chatarra de hierro Accesorios de plástico Sacos de fibra plástica Partes de fibra de vidrio Guantes de cuero Ropa e indumentaria de caucho Fundas de plástico Fundas de papel Envases de vidrio
Extrusión	Madera Flejes de acero Chatarra de aluminio Limalla de aluminio Chatarra de hierro Guantes de asbesto Guantes de hilo (mitones)	Empaque	Chatarra de aluminio Residuos de fundas de polietileno Residuos de papel kraft Cartón Estuches de cinta de embalaje Marcadores usados
Matricería	Matrices viejas Residuos de aluminio Fundas de plástico Madera Guantes de caucho Guantes de cuero		

Área	Tipo de desechos	Área	Tipo de desechos
Pintura	Polvo de pintura Cajas de cartón Gancheras viejas de acero Envases de PVC de 55 galones Guantes de caucho Guantes de hilo Mascarillas desechables para polvo Chatarra de aluminio	Mantenimiento	Chatarras de hierro Chatarras de otros metales (cobre, latón, acero) Partes y repuestos usados Plásticos Madera Papel Residuos de grasa Residuos de solventes Residuos de lubricantes Residuos de pinturas Cauchos Escombros
Administración	Papel de reportes viejos Papel bond Papel continuo para impresoras Papel carbón Envases de plástico (bebidas) Fundas de plástico Cartón Bolígrafos usados Marcadores usados Accesorios de equipos (computadores, copadoras)		

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

5.2 CLASIFICACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

En la Tabla 42, se presenta una clasificación de los principales tipos de desechos en función del material.

TABLA 42. Clasificación de Desechos por Tipo de Material

Tipo de material	Descripción
Metálicos	Chatarra de aluminio, limalla de aluminio, escoria de aluminio, chatarras de hierro, latón cobre y acero
Madera	Tablas, listones, listoncillos, aglomerados, palets, cajas
Plásticos	Bidones de 55 galones, garrafas de 5 y 20 galones, fundas, botellas, guantes, partes de PVC, materiales de oficina, fibras, polietileno, pinturas.
Caucho	Indumentaria, neumáticos, guantes, restos de pinturas
Papel	material de oficina, papel de embalaje, fundas, papel carbón
Cartón	Recipientes de químicos, cajas de accesorios, estuches de insumos
Mixtos	Partes y repuestos, cables
Materiales peligrosos	Baterías, solventes, filtros industriales
Vidrio	Botellas y recipientes varios de Laboratorio
Escombros	Materiales de construcción y desalojo
Desechos domésticos	Basura proveniente del servicio de comedor y baños

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS EN TÉRMINOS DE TIPO, CALIDAD Y CANTIDAD

En las Tablas 43 a la 50, se realiza un análisis de cada proceso señalando las entradas de materiales e insumos y las salidas de productos principales y secundarios, y los desechos que se generan en cada uno de ellos. También se

establece un indicador expresado en kilos de desechos por tonelada de aluminio procesado.

TABLA 43. Área: Fundición Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)

ÁREA: FUNDICIÓN INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Chatarra (aluminio + alambre)	204 Ton.		Lingotes (7")		
Magnesio	137.42 Kg	0.6736 Kg		199.72 Ton	.9790 Ton.
Refinador de grano (tabor)	227.71 Kg	1.1162 Kg	Limalla	905.14 Kg	4.4369 Kg
Silicio	207.85 Kg	1.0188 Kg	Escoria	5438.85 Kg	26.6610 Kg
Desgasificador	261.57 Kg	1.2822 Kg	Guantes (asbesto, cuero, caucho)	28 pares	0.1372 pares
Diesel	7969.28 Gal	39.0651 Gal.	Aceite de lubricación	30 Gal	0.1471 galones
Tela de vidrio	80 m2		tela filtro de vidrio	80 m2	0.3921 m2
Aceite soluble	30 Gal	0.14705 Gal	crisoles	0.143 unid.	0.0006 unid.
Energía eléctrica	42851.57 Kwh	210.0567 Kwh	recipientes de plástico	6 Kg	0.0294 Kg
Gas (g.l.p.)	1269.71 Kg	6.2241 Kg	recipientes de cartón (aditivos)	varios	varios
Grasa de cerdo					
Crisol	0.143 unid.	0.0006 unid.			

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

TABLA 44. Área: Extrusión Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)

ÁREA: EXTRUSIÓN INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS DE SALIDA	POR MES	POR TONELADA
Aluminio (billets ó lingotes)	673854.142 Kg		Producto terminado (perfiles)	500.623 Ton.	
Aceite hidráulico	330 Gal	0.4897 Gals.	Madera	17.04 m3	0.034 m3
Diesel	11091.86 Gal	16.4603 Gals.	Flejes de acero	5099.4 Kg	10.1860 Kg
Gas	742.43 Kg	1.1017 Kg	Chatarra de aluminio	181802.43 Kg	363.15 Kg
Energía eléctrica	457907.57 Kwh	679.5351 Kwh	Limalla de aluminio		
Matrices y herramental	varios	varios	Aceite	330 Gal	0.659 Gal
Grasa grafitada	74 Kg	0.1098 Kg.	Chatarra de hierro (latón)	224 Kg	0.3324 Kg.
			Guantes de hilo (mitones)	22 pares	0.044 pares

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

TABLA 45. Área: Matricería Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)

ÁREA: MATRICERÍA INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS DE ENTRADA	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Matrices de acero	76 unidades		Matrices preparadas		
Residuos de aluminio			Residuos de aluminio		
Hidróxido de sodio (s)	3598.21 Kg		Fundas de plástico	17.3 Kg	
Arena			Madera		
Lijas y abrasivos			Arena fina		
			Matrices viejas	49 unidades	
			Guantes de caucho	4 pares	
			Guantes de cuero	8 pares	

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

TABLA 46. Área: Pintado Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)

ÁREA: PINTADO INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Aluminio en perfiles	11156.28 Kg		Perfiles de aluminio pintados	11156.28 Kg	
Gancheras	6.7 Kg	0.6005 Kg	Pintura fina	32 Kg	2.8383 Kg
Vigas-racks	247.3 Kg	22.1668 Kg	Cajas de cartón	15.05 Kg	1.3490 kg
Químicos	113.86 Kg	10.2059 Kg	Gancheras viejas	2 Kg	0.1792 Kg
Pintura	537.71 Kg	48.1978 Kg	Envases de plástico	5 Kg	0.4481 Kg
Energía eléctrica	31428 Kw/h	2817.063 Kw/h	Guantes de caucho	16 unid.	1.4341 Unid.
			Guantes de hilo	16 unid.	1.4341 Unid.
			Mascarillas	16 unid.	1.4341 Unid.
			Chatarra de aluminio	247.295 Kg	22.1664 Kg

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

**TABLA 47. Área: Anodizado Insumos de Entradas y Salidas
(Inputs / Outputs)**

ÁREA: ANODIZADO INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Aluminio en perfiles	428316.28 Kg		Aluminio anodizado	411338.83 Kg	
Químicos	68449.71 Kg	159.8111 Kg	Envases de plástico	748.814 Kg	1.7483 Kg
Alambre de aluminio	3565.28 Kg	8.3239 Kg	Madera	1171.35 Kg	2.7347 Kg
Accesorios de hierro	43.9167 Kg	0.1025 Kg	Cartón	57.04 Kg	0.1332 Kg
Accesorios de polipropileno	54.1875 Kg	0.1265 Kg	Chatarra de aluminio	16977.46 Kg	39.6376 Kg
Diesel	8831 Gal.	20.6179 Gal.	Chatarra de hierro		
Energía eléctrica	257033.86 Kw/h	600.1029 Kw/h	Accesorios de plástico		
Reactivos químicos			Lonas de fibra	8.6438 Kg	0.02018 Kg
			Fibra de vidrio		
			Guantes de cuero	120 pares	0.2802 pares
			Ropa e indumentaria de caucho	2 trajes	0.0047 trajes
			Fundas de plástico	93.55 Kg	0.2184 Kg
			Fundas de papel	3.72 Kg	0.0087 Kg
			Envases de vidrio y plástico		

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

**TABLA 48. Área: Empaque Insumos de Entradas y Salidas
(Inputs / Outputs)**

ÁREA: EMPAQUE INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Aluminio en perfiles	484159.43 Kg		Aluminio en paquetes	468377.01 Kg	
Polietileno	7013.71 Kg	14.486 Kg	Polietileno		
Papel	776.43 Kg	1.6037 Kg	Papel		
Hilo	63.7 Kg	0.1316 Kg	Cartón	142.33 Kg	0.2939 Kg
Cintas adhesivas	1014.42 u	2.0952 u	Marcadores usados	9.14 u	0.0188 u
Marcadores	9.14 u	0.0188 u	Chatarra de aluminio	15782.27 Kg	32.5972 Kg
Etiquetas	14672 u	30.3040 u			

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

**TABLA 49. Área: Mantenimiento Insumos de Entradas y Salidas
(Inputs / Outputs)**

ÁREA: MANTENIMIENTO INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Llantas	2.3 u		Chatarra de hierro	4650 Kg	
Partes			Partes usadas		
Motores			Plásticos		
Bombas			Madera		
Grasa	35 Kg		Papel		
Alambre			Grasa		
Cables			Otros metales (Cu, acero, latón)		
Materiales de hierro			Grasas		
Madera			Solventes		
Materiales de Construcción			Lubricantes		
Pinturas			Pinturas		
Solventes			Escombros		
Plásticos			Cauchos		
Cauchos			Baterías	2 / año	
Baterías	0.17 u		Llantas	2.3 u	

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

TABLA 50. Área: Administración Insumos de Entradas y Salidas (Inputs / Outputs)

ÁREA: ADMINISTRACIÓN INSUMOS DE ENTRADAS Y SALIDAS (INPUTS / OUTPUTS)					
ENTRADAS			SALIDAS		
INSUMOS	POR MES	POR TONELADA	PRODUCTOS	POR MES	POR TONELADA
Papel bond	24 Kg		Reportes		
Papel continuo impresoras	53.13 Kg		papel bond	9 Kg	
Tinta impresoras	80 ml		papel continuo impresoras	20 Kg	
Bolígrafos	48 unidades		Papel carbón		
Marcadores	20 unidades		Envases (plástico)		
Lápices	30 unidades		Fundas		
Tinta copadoras	65 g		Cartón		
Medicinas	varios		Bolígrafos	48 unidades	
Jeringuillas	30 unidades		Marcadores	20 unidades	
			Lápices		
			Accesorios de copadoras		
			Accesorios de computadoras		

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

En la Tabla 51, se presenta una clasificación de desechos por microcomponentes expresados en kilos por año y kilos por tonelada de aluminio procesado, de acuerdo a ésta, una tonelada de aluminio genera 25.71 kilos de desechos y alrededor de 0.037 m³ entre escombros y madera. También se presenta una columna de costos posibles que pueden representar un importante ingreso a la empresa por gestión de venta de reciclables, y una columna de la composición porcentual de desechos relacionada a kilos y am³.

TABLA 51. Principales Desechos que genera la planta

MATERIAL	Kg / AÑO	Kg/Ton ALUMINIO PROCESADA	%	COSTO/ Kg	INGRESOS USD ANUAL
Plásticos	9117.60	1.13	4.39	0.6	5470.56
Cartón	2573.04	0.32	1.24		0
Papel	348	0.04	0.16		0
Hierro y acero	119680.80	14.80	57.57	0.045	5385.636
Escoria de aluminio	65266.20	8.0712	31.39	0.45	29369.79
Limalla de aluminio	10861.68	1.3432	5.22	0.65	7060.092
Basura doméstica	48	0.0059	0.023		
TOTAL:	207895.32 Kg	25.7103 Kg	100		
MATERIAL	m ³ / AÑO	m ³ /Ton ALUMINIO PROCESADA		USD/m ³	
Madera (m ³)	266.16	0.03290	88.01	12	3193.92
Escombros (m ³)	36.00	0.00445	11.91		
TOTAL:	302.16 m³	0.03735 m³	100		50479.998

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El gran porcentaje de materiales de desecho son reciclables. En efecto, la Planta vende materiales como: envases de plástico, chatarra de hierro, madera, escoria de aluminio y limalla de aluminio. El resto de desechos se mezclan con la basura doméstica que se evacua mediante el recolector municipal.

Existe un importante componente por papel, cartón, plástico y otros metales que pueden representar más ingresos mediante una adecuada política de gestión de residuos sólidos que involucre al personal de la Planta. Esta política deberá contemplar planes de incentivos que vayan desde la separación y clasificación de los desechos en sus lugares de origen, un adecuado sistema de recolección, empaquetado y etiquetado, y bodega para disposición ordenada de reciclables para la venta. La gestión se complementará con la búsqueda de mercados atractivos formalmente establecidos y convenios a largo plazo.

Como se puede notar, el gran porcentaje de desechos que genera esta Planta industrial son potencialmente reciclables y el mercado relacionado cada vez es más grande, por tanto, las posibilidades de implantar un sistema de manejo de desechos sólidos con éxito son enormes. La presencia de desechos peligrosos es mínima, entre éstos pueden contabilizarse las baterías, residuos de polvo de pintura y filtros industriales agotados.

En las áreas correspondientes a Mantenimiento y Administración, difícilmente se puede establecer indicadores, y estos Departamentos carecen de información histórica en el tema, por ello no se pueden presentar valores para cada uno de los desechos que generan. Estos se contabilizan de un modo general en los desechos totales de la Planta.

5.5 PLAN DE GESTIÓN

A continuación se propone la aplicación de un Plan de Gestión para Desechos Sólidos aplicable a ésta Planta con enormes posibilidades de éxito y baja inversión.

5.5.1 Separación en la fuente de origen

En cada Departamento, sea éste productivo, de servicios ó administrativo, se dispondrá de 4 recipientes debidamente codificados por color para reciclar materiales como: plásticos, cartón y papel, residuos de aluminio y basura común.

El personal de cada Departamento deberá clasificar los desechos que éstos se generen, utilizando para ello los recipientes señalados. Una vez lleno el recipiente, el material será debidamente empaquetado, pesado y rotulado antes de ingresar a la bodega general de desechos.

En cada Departamento deberá haber un responsable que supervise el trabajo y registre los valores de cada material reciclado, para que puedan ser facturados a fin de mes por los materiales reciclados y entregados a bodega. Esta función

puede ser rotativa y no requiere afectarse a los tiempos productivos de la empresa.

En la entrada a bodega deberá haber una báscula que permita el pesaje del material entregado a la misma, y un responsable de bodega para recibirlos.

La Planta dispondrá de una bodega para materiales reciclables debidamente adecuada y zonificada por tipo de material. Hay cierto tipo de materiales que deben preservarse de la humedad.

Capacitación a todo el personal de la Planta en el sistema de reciclaje. Al principio se requerirá un gran esfuerzo para insertar al personal en el programa, pero posteriormente se puede ir ampliando la frecuencia de la capacitación y seguimiento entre un evento y otro hasta que el sistema quede implementado a satisfacción.

Periódicamente, en forma mensual, trimestral, etc., según la cantidad de material reciclado, bodega se pondrá en contacto con el comprador para la entrega del material reciclado, empaquetado, pesado y rotulado, de modo que la entrega sea en forma ágil.

Un porcentaje de los valores recaudados por la empresa, por la venta de reciclables, serán distribuidos a los diferentes Departamentos en forma proporcional a la cantidad de material entregado a bodega. Estos valores beneficiarán a todo el personal del Departamento según lo consideren. Una de las formas de utilizar estos dineros puede ser mediante eventos sociales, deportivos ó de ahorros.

En la Tabla 52 se presenta un presupuesto estimado de las inversiones necesarias para poner en marcha este Plan. El grueso de las inversiones está en el acondicionamiento de la bodega de desechos.

TABLA 52. Plan de Inversiones para Implantar un Sistema de Manejo de Residuos Sólidos

PLAN DE INVERSIONES PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS			
Actividad	Tiempo (semanas)	Costo unitario	Costo total (USD)
Preparación de 32 basureros codificados	2	40	1280
Compra de báscula de 200 Kilos de capacidad	2	300	300
Acondicionamiento de bodega de reciclables, 500 m ²	4	4.75	2375
Capacitación del personal	12	40	480
TOTAL GENERAL:			4435

Fuente: Archivos Planta

Elaborado por: Solís, A.

5.6 CONCLUSIONES

La aplicación de un programa de manejo y reciclaje de desechos sólidos en esta planta industrial trae consigo múltiples beneficios no sólo de orden económico sino de orden técnico, de seguridad, de optimización de procesos y control de recursos, y de mejorar la moral y el nivel educacional del personal.

De hecho, en esta planta ya se aplica una política de reciclaje y venta de ciertos materiales, pero está gobernada únicamente por la demanda de aquellos materiales que tienen valor comercial importante en el medio. Se puede aprovechar este esquema conceptual para ampliarlo y mejorarlo.

El plan de inversiones que se requiere para aplicar el programa es relativamente bajo si comparamos con los potenciales ingresos que se pueden obtener por venta de éstos materiales anualmente. Sin embargo, como ya manifestamos el punto de vista a considerarse no sólo es el económico.

CAPÍTULO 6

MEDIDAS DE RUIDO

CAPÍTULO 6

MEDIDAS DE RUIDO

Para las mediciones de ruido se utilizó los servicios del Área de Seguridad e Higiene del Trabajo del Instituto Tecnológico Superior Vicente León. Para el caso se utilizó un equipo marca UEI DSM100 serie 95099321, debidamente calibrado.

Las mediciones se realizaron dentro de la Planta Industrial y en las partes externas de la misma, por dos días consecutivos. En el diagrama de implantación siguiente se señalan los puntos tomados como referencia para el muestreo.

6.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 53, se presentan los resultados de las mediciones diurna y nocturna.

TABLA 53. Mediciones de Ruido en Zonas Internas y Externas

Fuente: Laboratorios Instituto Vicente León

MEDICIONES DE RUIDO ZONAS INTERNA Y EXTERNA			
LUGAR	CONDICIONES	MEDIDA NOCTURANA	MEDIDA DIURNA
1.- Sur - oriente	Puerta abierta	76	80
2.- Sur - oriente	Generador 1259 Kva (apagado)	70	79
3.- Nor - oriente	Generador (apagado)	56	74
4.- Generador	Arranque	107	-
5.- Frente a generador	a 30 metros	83	-
6.- Frente a generador encendido	zona externa	76	76
7.- Nor -oriente	zona externa	63	75
8.- Sur de Fundición	zona interna	76	-
9.- Sur (cancha de fulbito)	zona externa	70	82
10.- Oeste (sector garita)	zona interna	58	70
11.- Entrada a Planta	con circulación vehicular	72	76
12.- Noroeste	Sector gruta de la Virgen	68	75

Elaborado por: Solís, A.

Nota: el nivel sonoro máximo admisible según el Reglamento de Seguridad e Higiene del trabajo del I.E.S.S. capítulo 3 de ruidos y vibraciones Art. 12, es de 85 decibelios.

Como se puede notar, si bien existen niveles elevados de ruido, debido a los procesos productivos de la Planta, éstos rara vez traspasan el nivel máximo permisible establecido por el Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo del I.E.S.S.

Las operaciones identificadas como más ruidosas en Planta son:

- Corte de perfiles de aluminio con sierras eléctricas portátiles.
- Corte de lingotes de aluminio en el Área de Fundición.
- Corte de perfiles de aluminio con sierra eléctrica en la Mesa de Cortes.
- Funcionamiento del equipo electrógeno. Este sin embargo es muy ocasional puesto que se trata de un equipo de emergencia.

6.2 MEDIDAS

La empresa provee de equipo de protección auditiva a su personal, sin embargo no todos lo usan.

Considerar cambios en el método de corte de perfiles, como por ejemplo corte con plasma ó con oxiacetileno, que son métodos menos ruidosos.

Aislar de mejor manera los equipos de generación para mitigar el ruido, especialmente durante el arranque. Considerar cuartos de paredes completamente aisladas con fibra de vidrio, silenciadores de mejor diseño y capacidad, y otros.

CAPÍTULO 7
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE
IMPACTOS

CAPÍTULO 7

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se presenta una matriz de evaluación de impactos de las diferentes actividades que realiza la empresa, sobre los componentes ambientales agua, suelo y aire. También se presenta la matriz de cuantificación de estos impactos, estimándose un nivel medio para esta industria.

En un intento por evaluar el nivel de impactos que esta industria ocasiona en el entorno, se ensaya un análisis mediante métodos de primer grado, aplicando dos matrices: la matriz de calificación de impactos y la matriz causa – efecto (Matriz de Leopold).

En la matriz de calificación de impactos se relaciona los resultados obtenidos en la caracterización de los diferentes componentes con las listas de verificación que sugiere este método. Como resultado se obtiene una matriz de tipo cualitativo que identifica el componente ambiental que esta siendo afectado, cual es su origen y naturaleza, cuál es su duración, el área de influencia, su intensidad y si se trata de un efecto directo o indirecto.

La matriz causa - efecto se basa en la matriz anterior y se trata de un método cuali - cuantitativo que establece relaciones de causalidad entre una acción dada y sus efectos en el medio.

Se trata de una matriz de dos entradas: en las filas se señala las acciones o actividades, y en las columnas los factores ambientales que son afectados, luego se procede a calificar en una escala de 1 a 10, la magnitud y la importancia conforme establece esta metodología.

TABLA 54. Matriz de Valoración de Impacto

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	ORIGEN	NATURALEZA DEL IMPACTO	DURACIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA	INTENSIDAD	TIPOS DE EFECTO
Contaminación del aire	Fuentes fijas de combustión Generación de energía	Los gases de combustión que se emanan al ambiente contienen CO y material particulado	Permanente	Local	Baja	Directo
Contaminación del agua	Procesos de producción Aguas residuales	El efluente que proviene de los acabados superficiales y otros procesos contiene aluminio disuelto, álcalis y sólidos en suspensión	Permanente	Local	Alta	Directo
Contaminación del suelo	Procesos de producción Desechos sólidos	Ciertas operaciones de mantenimiento generan lodos y el manejo de materias primas generan desechos sólidos, grasas y combustibles.	Permanente	Local	Baja	Directo
Alteraciones en Flora y Fauna	Efluente líquido sin tratamiento	Este es conducido en último al Río Cutuchi y altera la composición del suelo. Afecta la flora y fauna acuática	Permanente	Local	Baja	Indirecto
Efectos socio-económicos	Transformación del suelo. Alteración de procesos de producción agrícola	El mayor problema se presenta en las tierras comunitarias aguas abajo	Indeterminado	Local	Moderada	Indirecto

TABLA 55. Matriz Causa – Efecto

PARÁMETROS AMBIENTALES			MANEJO DE MATERIAS PRIMAS			PROCESOS DE PRODUCCIÓN						PRODUCCIÓN DE ENERGÍA		TRANSPORTE		Positivas	Negativas	Agregación	
			Transporte	Descarga	Almacenamiento	Desechos sólidos	Emisiones gaseosas	Efluente líquido	Aguas servidas	Descarga aguas enfriamiento	Lubricantes	Ruido	Emisiones Atmosféricas	Ruido	Emisiones Atmosféricas				Ruido
CATEGORÍA AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL																	
FÍSICOS	AIRE	Calidad del aire	-3/2				-3/2					-2/1	-2/1	-2/1	-1/1				
	AGUA	Aguas Superficiales				-2/2	-4/3	-3/3		-3/4									
		Aguas Subterráneas																	
		Calidad del agua					-4/4	-3/3											
	SUELO	Calidad del suelo				-3/3	-2/1			-2/2									
		Usos del suelo		-2/1	-3/1														
BIÓTICOS	ECOLOGÍA	Flora					-2/2	-2/1											
		Fauna					-2/2	-2/1											
		Suelos agrícolas				-3/4	-2/1												
SOCIO-ECONÓMICOS	HUMANO	Salud				-2/2		-2/2				-2/1							
		calidad de vida					-2/1					-2/2	-2/1	-2/1	-1/1				
		Empleo	3/2			2/2													
AFECTACIONES POSITIVAS			1			1													
AFECTACIONES NEGATIVAS			1	1	1	4	2	6	5		2	3	2	2	2	2			
AGREGACIÓN DE IMPACTOS			0	-2	-3	-25	-8	-40	-26	0	-16	-8	-4	-4	-4	-2	-142		-142

7.1 PLAN DE MITIGACIÓN

Considerando que esta industria se encuentra actualmente enclavada en plena zona urbana de la ciudad y habiendo sido manifiesto por varias ocasiones la inconformidad por parte de quienes habitan en las ciudadelas circundantes se recomienda acoger e implantar con sentido de prioridad el siguiente plan de mitigación que se resume en los siguientes puntos:

- a) Revisión y reajuste de los procesos productivos con la finalidad de optimizarlos y reducir las descargas líquidas. En este punto se tomarán en cuenta la búsqueda de tecnologías de producción más limpias, reemplazo de productos químicos, sistemas de recuperación, derrames accidentales y otros
- b) Construcción de la Planta de Tratamiento para el efluente líquido proveniente de los diferentes puntos de generación, tomando en cuenta los criterios de tratamiento y segregación entre aguas de lavado y descargas concentradas. El tratamiento general comprenderá el control de los siguientes parámetros: pH, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos y Aluminio Disuelto, y grasas con la finalidad de cumplir con la normativa establecida en la respectiva Ordenanza Municipal.
- c) Aplicación de un Plan de Gestión Integral para desechos sólidos que contemple reducción, reutilización y reciclaje. De igual manera debe contemplar procesos de separación de desechos en la fuente de origen y una buena política de comercialización.
- d) Elaboración y aplicación de un Plan Permanente de calibración y mantenimiento de todos los equipos de combustión así como la adquisición de un equipo básico para medición de gases. Este plan será extensivo a los motores de gran potencia con la finalidad de que funcionen a su máxima eficiencia.

- e) Reforzar el programa de seguridad y protección del personal en cuanto a equipos de seguridad personal, en especial auditivos, y la búsqueda de métodos para atenuar el nivel de ruido en las operaciones de corte del metal. Aquí es importante recomendar la aplicación de un Plan de Capacitación periódico en temas de Higiene y Seguridad Industrial

CAPITULO 8
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

Una vez aplicado una auditoria ambiental a esta planta industrial se concluye que:

- En toda empresa con actividad económica industrial existen oportunidades de mejora que se pueden identificar mediante un estudio de levantamiento de procesos.
- El levantamiento de procesos aplicado a una industria constituye la fotografía inicial en base a la cual se debe priorizar un plan de ajustes y optimización con la finalidad de reducir al máximo posible el impacto ambiental ocasionado por sus actividades operativas.
- Un Plan de Gestión Ambiental puede ser bien concebido cuando se sustenta sobre el estudio de procesos resultando por lo general en un beneficio económico para el empresario.
- Las actividades que contempla un Plan de Mitigación de Impactos no necesariamente requieren de enormes recursos económicos, sino que estas son susceptibles de convertirse en actividades rentables puesto que persiguen como objetivo la eficiencia en el uso de recursos y la eficacia en el logro de resultados.

8.2 RECOMENDACIONES

A la luz de lo manifestado en las conclusiones de este trabajo se recomienda lo siguiente:

- Realizar un levantamiento de procesos de cada área productiva y operativa, y actualizarlo periódicamente (frecuencia anual).
- Elaborar un Plan de Mitigación de Impactos que contemple en su orden: temas de orden y limpieza, seguridad industrial e higiene del trabajo, ajuste de procesos, y tratamiento de desechos.
- Por tratarse de una empresa que posee altos niveles de ruido y un importante volumen de descarga líquida industrial, se recomienda priorizar un plan de contingencia para mitigar el impacto ocasionado en estos dos componentes ambientales, los mismos que han sido detallados en los capítulos 6 y 3 respectivamente.

CAPÍTULO 9

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 9

BIBLIOGRAFÍA

Camaren. 2002. Foro de los Recursos Hídricos – Primer Encuentro Nacional, Quito. Abril 2002.

Clay Pipe Engineering Manual. 1974, 1972, 1968. National Clay Pipe Institute. Crystal Lake. III.

Correa, K.; Franco, M. REVISTA VISTAZO, Artículo “Las 500 mayores empresas del Ecuador en 2007”, Septiembre - 2008.

Frank, N. John, M. 1996. Manual del Agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. McGraw-Hill/ Interamericano de México, S.A. Tomos I, II, III

Fundación NATURA-IEOS, 1995, Esquema Nacional de Incentivos para la Prevención y Control de la Contaminación Industrial.

Furneaux, R. C. 1995. Alcan International Ltda. Banburry England and S.A. Finlayson, “The Zero Discharge” Anodizing Line Kington, Ontario, Canadá. Noviembre 1995.

Fundación NATURA-IEOS, 1992, Seminario de reflexión sobre los Impactos Ambientales de las Industrias en el Ecuador.

H. Consejo Provincial de Cotopaxi, 2002, Agenda para el Plan Participativo de Desarrollo de Cotopaxi.

Harrison, L. Manual de Auditoria Medio ambiental, Higiene y Seguridad. 2a Edición. McGraw-Hill, México.

INGENIERÍA QUÍMICA. 2003. Tratamiento de Aguas Residuales. Recepción de Soluciones de decapado de Matrices, Nuevo Sistema de Tratamiento para la industria de extrusionado de perfiles de Aluminio. Madrid – España.

Kenneth, G.; Puikerton, H. 1967. Manual de Ingeniería de los Recubrimientos Electrolíticos. Compañía Editorial Continental S.A., México.

Lund, F. 1998. Manual McGRAW-HILL de Reciclaje. McGraw-Hill/ Interamericana de España. Vol. I y II.
Metal Finishing. Guidebook Directory ISSUE. Vol. 93

Naziruddin, M.; Jordan, P.; Goulding. 1992. Inc. METAL FINISHING MAGAZINE, Treatment of an Anodizing Waste to Water - Quality - Based Effluent Limits. Atlanta, Ga., February 1992.

Nelson, N. 1977. Aguas Residuales industriales, Teorías, Aplicaciones y Tratamiento, Ediciones H- Blume, Madrid – España.

Oikos Corporation, Pollution Prevention Diagnosis Assessment at CEDAL.

Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. Gestión integral de Residuos Sólidos. McGraw-Hill/ Interamericana, México. Vol. I.

Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, G. The surface treatment and finishing of aluminium and its alloy. Vol. 2, 5TH. Ed. Finishing Publication Ltda. England.

Anexo 1.

VITA

Ángel Alonso Solís Solís, nace en la ciudad de Ambato el 2 de noviembre de 1961. Sus estudios primarios los realiza en el Instituto Luis A. Martínez, sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Bolívar de la ciudad de Ambato. Sus estudios superiores los efectuó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en donde obtiene el título de Doctor en Química, en el año de 1989.

En el área docente se ha desempeñado como Auxiliar de Cátedra de Química Orgánica en los años 1988 y 1989, en la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. Durante los años 1998 – 2000 ejerció la cátedra de Procesos de Manufactura y Química General en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Maestrante en el Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería y Gestión Ambiental en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, años 2002 – 2003.

Durante su vida profesional ha ejercido el cargo de Coordinador Académico en la Fundación Ambiente y Desarrollo. Desde el año 1990 presta sus servicios en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio, CEDAL S.A., donde ha ejercido funciones de: Analista de Laboratorio, Asistente de Producción, Ingeniería de Procesos y Control de Calidad, y Jefe de Producción.

Ha realizado varios cursos y seminarios en temas como: Bases de Ingeniería Industrial, Calidad Total, Tratamiento de Aguas Residuales, Normas INEN – ISO 17025, y seminarios de Motivación y Liderazgo.

Anexo 2.

PROCEDIMIENTO PARA CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

1.- DETERMINACIÓN DE CAUDALES

1.1 OBJETO

La medición de los caudales de los efluentes líquidos industriales se la realizará para conseguir los siguientes objetivos:

- 1.1.1 Determinación de caudales mínimos, medios y máximos diarios, mensuales o cíclicos de ser el caso.
- 1.1.2 Determinación de aportes per cápita y/o por producto.
- 1.1.3 Determinación de la relación efluente/suministro de agua.
- 1.1.4 Determinación del consumo per cápita/consumo por unidad de producto.
- 1.1.5 Determinar el caudal de diseño para los sistemas de tratamiento.
- 1.1.6 Permitir la operación, mantenimiento y monitoreo de los sistemas de tratamiento.

1.2- LUGARES DE MEDICION DE CAUDALES

La medición de los caudales se realizará en todos los sitios en los que existen descargas identificando claramente su procedencia.

Toda industria deberá disponer de los equipos y facilidades necesarias que permita la eficiente determinación de los caudales generados.

1.3- CAMPAÑA DE MEDICIÓN

- 1.3.1 En el caso de descarga continua se realizarán por lo menos siete campañas

de medición horaria durante el periodo de producción, hasta completar el ciclo industrial.

1.3.2 Cuando la descarga es cíclica se realizarán por lo menos siete campañas de medición en adecuados intervalos de tiempo durante el periodo de producción, hasta completar el ciclo industrial.

1.3.3 La determinación de caudales se lo realizará en forma horaria y por el tiempo que dure los procesos en el día.

1.4 METODOS DE MEDICIÓN Y CAUDALES

Dependiendo del tiempo de flujo se pueden utilizar los siguientes métodos de mediciones de caudales.

1.4.1 Flujo a presión

- a) Venturímetro
- b) Boquilla
- c) Orificios
- d) Tubo de Pitot
- e) Medidores magnéticos con flujo

1.4.2 Flujos en canales abiertos

- a) Correntómetro (molinetes)
- b) Medición de área y velocidad
- c) Tubo de pitot
- d) Método volumétrico
- e) Sección de control (vertedero, parshall), etc.

1.5 REPORTE DE RESULTADOS

1.5.1 Los resultados en la medición de caudales se reportarán en cuadros en las que se consignarán básicamente los siguientes datos:

- a) Fecha
- b) Hora de inicio y terminación de aforos
- c) Procedencia del efluente
- d) Método de aforo
- e) Datos para la obtención de caudales según el método empleado
- f) Análisis estadísticos de los datos obtenidos

2 PROCEDIMIENTO PARA ANALISIS FISICO – QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS.

2.1 OBJETO.

La determinación de las características físicas, químicas y bacteriológicas, tiene por objeto obtener los suficientes datos de información que permita conocer en forma precisa qué elementos están presentes en los efluentes, los cuales permitan diferenciarlos claramente de los demás.

El monitoreo permite también la determinación de la variación o fluctuaciones de las características del efluente en función del tiempo.

2.2 LUGARES DE MUESTREO

La determinación del sitio de muestreo influye significativamente en los resultados a ser obtenidos, por lo tanto es necesario tener un criterio de selección del sitio de muestreo para lo cual, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones al respecto:

1. Tomar las muestras de agua donde existan puntos de turbulencia, caso contrario se tomará la muestra en el centro de la corriente.
2. En el caso de corriente o cuerpo receptor a los que se descarga aguas residuales los criterios son:
 - a) Tomar las muestras aguas arriba de la descarga (no exista influencia de éste).
 - b) En la descarga misma.
3. En el caso de descargas que influyen libremente en forma de chorro, se toma la muestra directamente en la descarga.
4. Cuando las descargas fluyen en canales o colectores se deben tomar las muestras en el centro del canal o hacerlo donde el flujo es turbulento.

2.3 TIPOS Y VOLÚMENES DE MUESTRA

2.3.1 MUESTRA SIMPLE

Este tipo de muestra representa las características puntuales, es decir, las características que en ese momento tienen las aguas residuales producidas: por lo tanto este tipo de muestra no puede reflejar ni ser tomada como una característica representativa general de las aguas residuales, salvo el caso, que el proceso que lo origina sea continuo y permanente en el tiempo: lo cual es poco probable por lo que es más representativa una muestra de tipo compuesta.

Una muestra simple puede ser tomada en reemplazo de una muestra compuesta en los siguientes casos:

- a) Cuando el agua residual a ser muestreada no tiene una descarga continua, como es el caso de efluentes que son almacenados y bombeados periódicamente para su descarga.
- b) Cuando las características del efluente permanece constante en función del tiempo, debido a que el proceso que lo origina es único.
- c) Cuando las condiciones de variación de ciertos parámetros son considerables como es el caso del pH, que en una muestra compuesta puede resultar neutra,

debido a la neutralización ocurrida por descargas de bajos pH de un proceso con descargas de valores altos de pH debido a otros procesos.

En general, se deberá tomar muestras simples para analizar parámetros tales como: gases disueltos, pH, temperatura y cloro residual.

El volumen mínimo de muestra requerida es una muestra simple de 2 litros.

2.3.2 MUESTRA COMPUESTA

Con la finalidad de reducir el número de muestras simples, es deseable que se proceda a la realización de una muestra de tipo compuesta. El procedimiento consiste en tomar alícuotas proporcionales al volumen de muestra simple, esta alícuota se procede a mezclar con otras alícuotas de muestras simples tomadas a intervalos periódicos de tiempo.

En general la cantidad total de muestra compuesta depende del tipo y el número de análisis a realizarse, siendo la mínima cantidad muestreada dos litros. La cantidad de cada alícuota que compone una muestra no deberá ser menor a 200 ml, si el muestreo es en forma continua, es decir, a intervalos entre 3 a 5 minutos, la cantidad de la alícuota no debe ser menor a 25 ml.

2.4 FRECUENCIA Y DURACIÓN DEL PROGRAMA DE MUESTREO

La frecuencia de muestreo depende del caudal y de las características de las aguas residuales. Las frecuencias para muestras simples deberá realizarse una vez cada hora, pero cuando la variabilidad de las características de las descargas es baja, la muestra puede ser tomada cada 2, 4, hasta 8 horas.

Para la toma de muestras compuestas, también depende de la variabilidad de la descarga: así para alta variabilidad la muestra debe ser tomada cada 3 minutos hasta una vez cada hora.

El tiempo de duración de la toma de una muestra compuesta deberá ser entre 8 y 12 horas cuando las características del efluente son relativamente constantes y de 2 a 4 horas cuando existe una significativa variación del efluente en función del tiempo.

El programa de monitoreo deberá ser extendido hasta completar el ciclo industrial, pero en ningún caso el período será menor a 8 días, tiempo en el cual la planta deberá estar funcionando en condiciones normales.

2.5 PREPARACION DE LOS ENVASES

Deben estar limpios en su interior (con mezcla crómica o detergente) lavar repetidas veces con agua limpia y luego enjuagarlos con el agua que se va a muestrear.

Algunos envases requirieren tratamiento adicional:

- Para grasas y aceites, enjuagar con un solvente y secarlos al aire.
- Fosfatos, enjuagar con agua acidulada caliente, luego con agua destilada.
- Bacteriológico, el envase debe ser estéril, si son con cloro residual añadir al frasco antes de esterilizar 0.1 ml de tiosulfato de sodio al 10%.

2.6 TECNICAS DE MUESTREO

ANALISIS FISICOQUIMICO.- Se muestrea de acuerdo a las condiciones de lugar sumergido el envase en el sitio de muestreo, contra la corriente.

OXIGENO DISUELTO.- Se deben evitar el contacto o intromisión de aire por burbujeo o agitación. En aguas poco profundas se usa la botella de boca angosta con tapón esmerilado, y realizando el sello hidráulico respectivo.

Para muestrear a profundidades de 2 m es recomendable el muestreado KREMMER y una botella de DBO DE 300 ml.

GRASAS Y ACEITES.- Con frascos de boca ancha de un litro de capacidad llenar bien (sin que se derrame). En el caso de grasas y aceites flotantes, la muestra se toma únicamente de la película superficial del agua.

En el caso de aceites emulsionados, la muestra se toma de 20 a 30 cm de profundidad. Cuando no haya mucha turbulencia.

BACTERIOLÓGICOS.

- a) Introducir el frasco a 30 cm bajo la superficie de la corriente.
- b) Destapar el frasco dentro del agua, la boca del envase contaria al flujo de la corriente.
- c) Volumen del frasco (2/3 partes), tajarla dentro del agua.
- d) Si se toma de un grifo, se debe permitir que el agua fluya por dos o tres minutos, para lograr la purga de la línea, se toma la muestra sin salpicar agua.

2.7 PRESERVACIÓN

Las técnicas de conservación tienen como finalidad retardar durante cierto tiempo los cambios químicos y biológicos que se producen después de tomar la muestra. Mientras más corto sea el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y su análisis más seguro serán los resultados, por ejemplo para la determinación de DBO el tiempo máximo para realizar el análisis no será mayor a 8 horas manteniendo la muestra a 4 °C de temperatura.

2.8 ETIQUETADO Y REGISTRO

Se debe etiquetar las muestras con la siguiente información:

- Cuerpo receptor en estudio
- Número y nombre de la estación
- Identificación de la descarga

- Número de la muestra
- Fecha y hora de muestreo
- Análisis a efectuar
- Nombre y firma de la persona que muestrea.

2.9 HOJA DE REGISTRO

Se debe llevar una hoja de registro con la información que permite identificar la muestra, debe contener:

- Datos del etiquetado
- Resultados pruebas de campo
- Temperatura ambiental, temperatura del agua, pH.
- Descripción detallada estaciones de muestreo.
- Descripción cualitativa de olor y color de las aguas muestreadas.

2.10 PARAMETROS DE ANALISIS

En cada muestra se realizará los análisis de laboratorio en base a las normas INEN y a falta de éstas se registrarán a lo establecido en los métodos estándar para el examen de aguas y aguas servidas preparadas por la APHA, AWWA, WPCF de los Estados Unidos de América.

Los parámetros a determinarse son los siguientes:

- pH y temperatura, OD, medidos in-situ.
- DBO5 a 20 °C.
- Grasa y aceites
- Sólidos totales y en suspensión incluyendo el componente volátil.
- Otros de interés sanitario de acuerdo al tipo de industria y a lo dispuesto en el Reglamento N° 2144 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación en lo relativo al Recurso Agua.

- Sólidos sedimentables.
- Sustancias explosivas o inflamables.

3 REPORTE DE CARACTERIZACIÓN

En el monitoreo de un efluente y para la determinación de sus características influyen algunos factores que en ciertos casos dan resultados que no son satisfactorios por lo cual es necesario que estas tengan un grado de diseño para lo cual se recurre a procedimientos estadísticos.

El tiempo es considerado usualmente el más importante factor que causa fluctuaciones en los datos, otro importante factor es la localización: las muestras tomadas en el mismo tiempo pero en diferentes sitios aún siendo en la misma alcantarilla a menudo presentan diferentes resultados.

Los resultados de análisis de una muestra por la misma o diferente técnica y usando el mismo laboratorio a menudo fluctúan ampliamente. Aún laboratorios con gran exactitud no pueden prever un relativo amplio rango en la determinación de valores de parámetros tales como la DBO.

Los procedimientos estadísticos pueden también ayudar a identificar errores que son de utilidad en la comparación de métodos de muestreo y en la evaluación de la carga contaminante de diferentes procesos.

3.1 DATOS A DETERMINARSE

En base a los parámetros analizados tanto para caudales determinados como para los resultados de los análisis físicos – químicos y bacteriológicos en la caracterización se deberá determinar los valores de probabilidad de ocurrencia 10, 25, 50 y 90 % que representa los valores de un parámetro el cual puede ser igual o menor en un determinado tiempo.

También se deberá determinar la media aritmética, la varianza, la desviación estándar de los parámetros analizados así como los valores mínimo y máximo.

La determinación de los valores de probabilidad de ocurrencia 10, 25, 50 y 90 % deberá ser determinado en base a un método de análisis estadístico.

La confiabilidad de los resultados deberá ser del 90% para todos los análisis efectuados.

Anexo 3.

