



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**"APLICACIÓN DE UN MODELO PARA LA
DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES A
PARTIR DEL MÉTODO TOP-DOWN PARA EL CIDESI EN
EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO AMBIENTAL

PRESENTA

ISABEL AURORA MENA BAUTISTA

DIRIGIDA POR

Ing. GRACIANO AGUILAR CORTES

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2006.

BIBLIOTECA CENTRAL UAQ

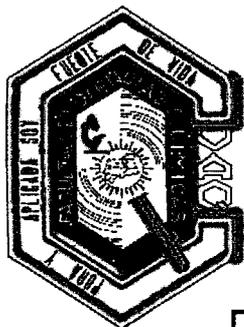
No. Adm. H 71375

No. Título _____

~~_____~~ TS

577.14

M534a



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“APLICACIÓN DE UN MODELO PARA LA
DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES A
PARTIR DEL MÉTODO TOP-DOWN PARA EL CIDESI EN
EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO AMBIENTAL
PRESENTA**

ISABEL AURORA MENA BAUTISTA

DIRIGIDA POR

Ing. GRACIANO AGUILAR CORTES

SINODALES

**Ing. GRACIANO AGUILAR CORTES
DIRECTOR**

**Dr. CARLOS ARMANDO PIRSCH VIDAL
SINODAL**

**Q. en A. J. MANUEL PÉREZ VELÁZQUEZ
SINODAL**

**M. en C. MARÍA EUGENIA ORTEGA MORÍN
SINODAL**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Graciano', written over a horizontal line.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos', written over a horizontal line.

ÍNDICE GENERAL

| Contenido | Página |
|--|--------|
| ÍNDICE GENERAL | i |
| ÍNDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| RESUMEN | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. ANTECEDENTES | 2 |
| II.1 EL CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL | 2 |
| II.1.1 Misión | 3 |
| II.1.2 Compromisos | 3 |
| II.1.3 Productos y Servicios | 4 |
| II.1.3.1 Servicios Tecnológicos | 5 |
| II.1.3.2 Desarrollo Tecnológico | 5 |
| II.1.3.3 Investigación y Posgrado | 5 |
| II.1.4 Mercado y clientes | 6 |
| II.1.5 Lista de Clientes | 7 |
| II.1.5.1 Industria Automotriz | 7 |
| II.1.5.2 Industria Metal-Mecánica | 8 |
| II.1.5.3 Embotelladoras | 8 |
| II.1.5.4 Industria de Electrodomésticos | 8 |
| II.1.5.5 Comercializadoras | 8 |
| II.1.5.6 Fundidoras | 9 |
| II.1.5.7 Centros de Investigación | 9 |
| II.1.5.8 Constructoras | 9 |
| II.1.5.9 Industria de Alimentos | 9 |
| II.1.6 Situación Ambiental Actual | 9 |

| | |
|---|----|
| II.1.6.1 Manejo y Clasificación de Residuos Peligrosos y No Peligrosos | 10 |
| II.2 TECNOLOGÍA DE MATERIALES | 11 |
| II.2.1 Pruebas de Materiales | 11 |
| II.2.2 Ensayos No Destructivos | 12 |
| II.2.3 Tecnología de Soldadura | 13 |
| II.3 ANÁLISIS QUÍMICO | 13 |
| II.3.1 Análisis de Carbono Total y Azufre por el Método Gravimétrico de Combustión | 13 |
| II.3.2 Análisis Químico de Metales y Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Absorción Atómica (AA) | 14 |
| II.3.3 Análisis de Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 14 |
| II.3.4 Análisis Semi-cuantitativo de Materiales Mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X (FRX) | 15 |
| II.3.5 Análisis de Aleaciones Metálicas por Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción (ICP) | 15 |
| II.4 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | 16 |
| II.4.1 Aspecto Ambiental | 16 |
| II.4.2 Impacto Ambiental | 16 |
| II.4.3 Aspecto Ambiental Significativo | 16 |
| II.5 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) | 17 |
| II.6 METODOLOGÍA TOP-DOWN | 19 |
| II.7 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES | 20 |
| II.7.1 Métodos Cualitativos | 21 |
| II.7.1.1 Análisis verbal-argumentativo | 21 |
| II.7.1.2 Método ABC (Institute for Ecological Economy, Berlin) | 21 |

| | |
|---|----|
| II.7.2 Métodos Cuantitativos | 21 |
| II.7.2.1 Volumen Critico (Suiza) | 21 |
| II.7.2.2 Puntaje de Eco-cargas (Suiza) | 22 |
| II.7.2.3 Eco-Indicador 99 | 22 |
| III. HIPÓTESIS | 23 |
| IV. OBJETIVOS | 24 |
| IV.1 GENERAL | 24 |
| IV.2 ESPECIFICOS | 24 |
| V. METODOLOGÍA | 25 |
| V.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN ASPECTOS AMBIENTALES EN EL PROCESO DE ANÁLISIS QUÍMICO | 25 |
| V.1.1 Definición de los Parámetros de Identificación de los Aspectos Ambientales | 25 |
| V.1.2 Identificación de los Aspectos Ambientales | 25 |
| V.1.2.1 Definición de las entradas y salidas de los procesos a analizarse. | 25 |
| V.1.2.2 Análisis de los insumos químicos utilizados | 26 |
| V.1.2.2.1 Análisis de incidentes de relevancia ambiental | 26 |
| V.1.3 Evaluación de los Aspectos Ambientales | 27 |
| V.1.3.1 Evaluación de la significancia de los procesos empleando un método numérico | 27 |
| V.1.4 Definición de las Acciones Encaminadas a Controlar los Impactos Ambientales | 28 |
| V.1.5 Conclusiones y Recomendaciones | 28 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 30 |

| | |
|--|----|
| VI.1 DATOS DE ANÁLISIS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE ALEACIONES METÁLICAS POR EL MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN POR CHISPA | 35 |
| VI.1.1 Descripción del proceso de Análisis de Aleaciones Metálicas por el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 35 |
| VI.1.2 Demanda real en el 2004 de servicios por el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 37 |
| VI.1.3 Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Emisión de Chispa | 38 |
| VI.1.4 Consumo de gas Argón (Ar) correspondiente al método de Espectrometría de Emisión por Chispa en el 2004 | 40 |
| VI.1.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 42 |
| VI.2 DATOS DE ANÁLISIS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE CARBONO TOTAL Y AZUFRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE COMBUSTIÓN | 46 |
| VI.2.1. Proceso de análisis de Carbono Total y Azufre por el método Gravimétrico de Combustión | 46 |
| VI.2.2 Demanda real 2004 de los servicios por el método Gravimétrico de Combustión | 48 |
| VI.2.3 Estimación del consumo de energía eléctrica por el método Gravimétrico de Combustión | 49 |
| VI.2.4 Consumo de Oxígeno (O ₂) correspondiente al método Gravimétrico de Combustión en el 2004 | 50 |
| VI.2.5 Cuantificación de Entradas y Salidas para el método Gravimétrico de Combustión | 51 |

| | |
|---|----|
| VI.3 DATOS DE ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS SEMI-CUANTITATIVO DE MATERIALES MEDIANTE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X | 56 |
| VI.3.1 Proceso de análisis semi-cuantitativo de materiales mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 56 |
| VI.3.2 Demanda real 2004 de los servicios por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 58 |
| VI.3.3 Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en el 2004 | 60 |
| VI.3.4 Consumo de Mezcla P-10 (mezcla de Argón y Metano) correspondiente al método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 61 |
| VI.3.5 Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 61 |
| VI.4 DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE METALES Y ALEACIONES METÁLICAS POR EL MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA | 65 |
| VI.4.1 Descripción del proceso de análisis de metales y aleaciones metálicas por Espectrometría de Absorción Atómica | 65 |
| VI.4.2 Demanda en el 2004 de servicios por el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 68 |
| VI.4.3 Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 69 |
| VI.4.4 Consumo de Acetileno (C ₂ H ₂) y Óxido Nitroso (N ₂ O) correspondiente al método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004 | 71 |

| | |
|---|----|
| VI.4.5 Cuantificación de entradas y Salidas para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 73 |
| VI.5 DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE ALEACIONES METÁLICAS POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ACOPLADO CON PLASMA DE INDUCCIÓN | 79 |
| VI.5.1 Proceso de análisis de aleaciones metálicas por Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 79 |
| VI.5.2 Demanda real 2004 de los servicios por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 83 |
| VI.5.3 Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 84 |
| VI.5.4 Consumo de Argón (Ar) por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 86 |
| VI.5.5 Cuantificación de entradas y salidas para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 88 |
| VI.6 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA MÉTODO | 93 |
| VI.6.1 Ordenes de servicios durante el 2004 | 93 |
| VI.6.2 Estimación del consumo de energía eléctrica en el laboratorio de Análisis Químico | 94 |
| VI.6.2.1. Estimación del consumo de gases especiales en el laboratorio de Análisis Químico en el 2004 | 96 |

| | |
|--|-----|
| VI.6.3 Cuantificación de entradas y salidas de los métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico | 97 |
| VI.7 EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES | 99 |
| VII. CONCLUSIONES | 114 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 117 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Categorías de los Impactos Ecológicos | 22 |
| 2 | Esquema de valoración para las variables | 27 |
| 3 | Ponderación de los valores obtenidos en la sumatoria | 28 |
| 4 | Relación de Maquinaria y Equipo | 33 |
| 5 | Número de servicios dados por el método de Emisión por Chispa en los meses del 2004 | 37 |
| 6 | Materiales analizados por el método de Chispa durante el 2004 | 38 |
| 7 | Consumo de energía eléctrica por el método de Emisión de Chispa en el 2004 | 39 |
| 8 | Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 39 |
| 9 | Datos utilizados para calcular el consumo de gas Argón por el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 41 |
| 10 | Condiciones de flujo de operación del equipo | 42 |
| 11 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 43 |
| 12 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 44 |
| 13 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 44 |
| 14 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 45 |
| 15 | Número de servicios dados por el método Gravimétrico de Combustión | 48 |
| 16 | Materiales analizados por el método Gravimétrico de Combustión durante el 2004 | 48 |

| | | |
|----|---|----|
| 17 | Consumo de energía eléctrica por el método Gravimétrico de Combustión | 49 |
| 18 | Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método Gravimétrico de Combustión en le 2004 | 50 |
| 19 | Datos utilizados para calcular el consumo de (O ₂) Correspondiente al método Gravimétrico de Combustión | 51 |
| 20 | Condiciones de flujo de operación del equipo | 51 |
| 21 | Estradas de materia prima para el método Gravimétrico de Combustión | 53 |
| 22 | Entradas de materia para el método Gravimétrico de Combustión | 54 |
| 23 | Salidas de residuos para el método Gravimétrico de Combustión | 55 |
| 24 | Salidas de residuos para el método Gravimétrico de Combustión | 55 |
| 25 | Número de servicios dados por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en los meses del 2004 | 58 |
| 26 | Materiales analizados por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X durante el 2004 | 59 |
| 27 | Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 60 |
| 28 | Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en el 2004 | 61 |
| 29 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 63 |
| 30 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 64 |
| 31 | Número de servicios dados por el método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004 | 68 |
| 32 | Materiales analizados por el método de Espectrometría Absorción Atómica durante el 2004 | 69 |

| | | |
|----|--|----|
| 33 | Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 70 |
| 34 | Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004 | 71 |
| 35 | Datos utilizados para calcular el consumo de C ₂ H ₂ y N ₂ O por el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 72 |
| 36 | Condiciones de flujo de operación del equipo | 73 |
| 37 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 74 |
| 38 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 75 |
| 39 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 77 |
| 40 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 78 |
| 41 | Número de servicios dados por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 83 |
| 42 | Materiales analizados por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción durante el 2004 | 84 |
| 43 | Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 85 |
| 44 | Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 86 |
| 45 | Datos utilizados para calcular el consumo de Ar por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 87 |
| 46 | Condiciones de flujo de Operación del equipo | 87 |

| | | |
|----|---|-----|
| 47 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 89 |
| 48 | Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 90 |
| 49 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 91 |
| 50 | Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004 | 92 |
| 51 | Ordenes de servicio por método durante el 2004 | 93 |
| 52 | Sumatoria de los análisis realizados a cada material por todos los métodos | 94 |
| 53 | Consumo de energía eléctrica mensual por cada método | 95 |
| 54 | Consumo de gases especiales en el 2004 | 96 |
| 55 | Entradas mensuales por cada método | 97 |
| 56 | Salidas mensuales por cada método | 98 |
| 57 | Cantidad de residuos sólidos y líquidos producidos por cada método en el 2004 | 98 |
| 58 | Daños al ambiente generados por lo procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Emisión por Chispa | 100 |
| 59 | Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del análisis de Carbono total y Azufre por el método Gravimétrico de Combustión | 101 |
| 60 | Daños al ambiente generados por lo procesos generales y detallados del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 102 |
| 61 | Daños al ambiente generados por lo procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Absorción Atómica | 103 |

| | | |
|----|---|-----|
| 62 | Daños al ambiente generados por lo procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 105 |
| 63 | Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Emisión de Chispa | 108 |
| 64 | Evaluación de la relevancia ambiental del método Gravimétrico de Combustión | 110 |
| 65 | Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | 111 |
| 66 | Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Absorción Atómica | 112 |
| 67 | Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 113 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Estructura Organizacional de los Centros Públicos del CONACYT | 2 |
| 2 | Estructura del CIDESI | 6 |
| 3 | Marco de referencia del Análisis del Ciclo de Vida | 18 |
| 4 | Impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida | 19 |
| 5 | Nivel de detalle del análisis | 20 |
| 6 | Diagrama de flujo de la metodología establecida | 29 |
| 7 | Diagrama de flujo del proceso general del laboratorio de Análisis Químico | 31 |
| 8 | Métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico | 32 |
| 9 | Diagrama de flujo del método de Emisión de Chispa que muestra las entradas y salidas del procedimiento | 36 |
| 10 | Diagrama de flujo del método Gravimétrico de Combustión que muestra las entradas y salidas del procedimiento | 47 |
| 11 | Diagrama de flujo del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X que muestra las entradas y salidas del procedimiento | 57 |
| 12 | Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Absorción Atómica que muestra las entradas y salidas del procedimiento | 66 |
| 13 | Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Espectrometría de Absorción Atómica | 67 |
| 14 | Diagrama de flujo del proceso de preparación del blanco para el método de Espectrometría de Absorción Atómica | 67 |

| | | |
|----|--|----|
| 15 | Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción que muestra las entradas y salidas del procedimiento | 80 |
| 16 | Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 81 |
| 17 | Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 81 |
| 18 | Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar sólido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 82 |
| 19 | Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar líquido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | 82 |



Andrés Balvanera

Más de un siglo en la formación de profesionales de la educación

**Centenaria y Benemérita
Escuela Normal del Estado de Querétaro
Andrés Balvanera**



“La interrelación grupal y la socialización
de saberes”

EXPERIENCIAS DE TRABAJO

Que para obtener el Título de

LICENCIADA EN EDUCACIÓN PREESCOLAR

PRESENTA

ROSIO SANDOVAL SOTO

Generación 2002 - 2006

“2006, Año del Bicentenario del natalicio del
Benemérito de las Américas, Don Benito Juárez García”



Santiago de Querétaro, Qro., Septiembre de 2006



Andrés Balvanera

Más de un siglo en la formación de profesionales de la educación

**Centenaria y Benemérita
Escuela Normal del Estado de Querétaro
Andrés Balvanera**



“La interrelación grupal y la socialización
de saberes”

EXPERIENCIAS DE TRABAJO

Que para obtener el Título de

LICENCIADA EN EDUCACIÓN PREESCOLAR

PRESENTA

ROSIO SANDOVAL SOTO

Generación 2002 - 2006

“2006, Año del Bicentenario del natalicio del
Benemérito de las Américas, Don Benito Juárez García”



Santiago de Querétaro, Qro., Septiembre de 2006



Andrés Balvanera

Más de un siglo en la formación de profesionales de la educación

**Centenaria y Benemérita
Escuela Normal del Estado de Querétaro
Andrés Balvanera**



“La interrelación grupal y la socialización
de saberes”

EXPERIENCIAS DE TRABAJO

Que para obtener el Título de

LICENCIADA EN EDUCACIÓN PREESCOLAR

PRESENTA

ROSIO SANDOVAL SOTO

Generación 2002 - 2006

“2006, Año del Bicentenario del natalicio del
Benemérito de las Américas, Don Benito Juárez García”



Santiago de Querétaro, Qro., Septiembre de 2006



Más de un siglo en la formación de profesionales de la educación

**Centenaria y Benemérita
Escuela Normal del Estado de Querétaro
Andrés Balvanera**



“La interrelación grupal y la socialización
de saberes”

EXPERIENCIAS DE TRABAJO

Que para obtener el Título de

LICENCIADA EN EDUCACIÓN PREESCOLAR

PRESENTA

ROSIO SANDOVAL SOTO

Generación 2002 - 2006

“2006, Año del Bicentenario del natalicio del
Benemérito de las Américas, Don Benito Juárez García”



Santiago de Querétaro, Qro., Septiembre de 2006

RESUMEN

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) en su afán de implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para que sus productos y servicios fueran amigables con el medio ambiente requirió conocer la situación con respecto al mismo. Es por esto que se estableció una metodología que ayudo a tener un conocimiento detallado de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en sus áreas de trabajo y la forma en que estos interactúan con su entorno. Se decidió iniciar el estudio en el área de Tecnología de Materiales, específicamente en los métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico donde se analizan muestras metálicas de aceros y aleaciones, estos métodos son: el método gravimétrico de combustión, el método de espectrometría de absorción atómica, el método de espectrometría de emisión por chispa, el método de espectrometría por fluorescencia de rayos X y el método de espectrometría de emisión acoplado con plasma de inducción. Se cuantificaron las entradas tales como: el consumo de energía eléctrica, combustibles, agua, reactivos químicos, equipos y materia prima. En las salidas se cuantificaron: los residuos peligrosos y no peligrosos, las emisiones a la atmósfera y las descargas de aguas negras y de proceso. Lo anterior se estudió con la finalidad de identificar los aspectos ambientales que son generados durante el análisis de las muestras por los diferentes métodos. Para poder llevar a cabo la identificación de los aspectos ambientales y dar significancia a los mismos se utilizó un método numérico para darles una calificación dependiendo de su gravedad. Después de hacer la ponderación de los aspectos ambientales identificados en cada método se llegó a la conclusión que los métodos con mayor cantidad de aspectos ambientales significativos son el método de espectrometría de absorción atómica, el método de espectrometría de emisión por chispa y el método de espectrometría de emisión acoplado con plasma de inducción. Y en base a la información obtenida, al artículo 8 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA y a las normas técnicas ecológicas, se hicieron recomendaciones para que los servicios del laboratorio de Análisis Químico sean más amigables con el ambiente al mismo tiempo que cumplan con la legislación vigente.

I. INTRODUCCIÓN

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) es un centro público de investigación del sistema federal que ofrece sus productos y servicios al sector industrial, que está preocupado por trabajar con una cultura de protección al ambiente. El Centro está conciente de que la creación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) ayuda a que los productos y servicios sean amigables con el ambiente y cumplan con la legislación ambiental mexicana, así como con tratados internacionales.

El Centro, ha iniciado los estudios para identificar plenamente los aspectos ambientales que existen en las actividades, procesos, productos y servicios que en él se realizan; por lo que no cuenta con bases suficientes que le permitan evaluar, controlar y prevenir los aspectos ambientales que pueda estar generando.

La decisión de delimitar el análisis de los aspectos ambientales únicamente al laboratorio de Análisis Químico en esta etapa, es con el objetivo de aplicar un modelo de identificación de los mismos a los métodos utilizados en este laboratorio; los cuales son:

- Método Gravimétrico de Combustión para analizar carbono total y azufre.
- Método de Espectrometría de Absorción Atómica para analizar metales y aleaciones (AA).
- Método de Espectrometría de Emisión por Chispa para analizar aleaciones metálicas.
- Método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X para hacer el análisis semi-cuantitativo de materiales (FRX).
- Método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción para analizar aleaciones metálicas (ICP).

Uno de los beneficios de este estudio, es generar una metodología adecuada para la identificación y evaluación de los aspectos ambientales que pueda ser aplicable a todas las áreas del CIDESI. Así como contar con elementos necesarios para implementar y desarrollar un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma nacional NMX-SAA-14001-IMNC-2004.

II. ANTECEDENTES

II.1 EL CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

Es un Centro Público de Investigación que forma parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), fue fundado en el año de 1984. Actualmente cuenta con 22 años de experiencia en el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas para promover el avance productivo de la industria nacional (PNC-sección b, 2004).

Es una organización que tiene como objetivo la producción de bienes y servicios científicos y tecnológicos, enfocados al sector de transformación. Como parte de los centros CONACYT (Figura1); fue creado para impulsar la modernización e innovación tecnológicas, el desarrollo del sector productivo y facilitar a este el acceso a los mercados nacional e internacional (PNC-sección 6, 2004).

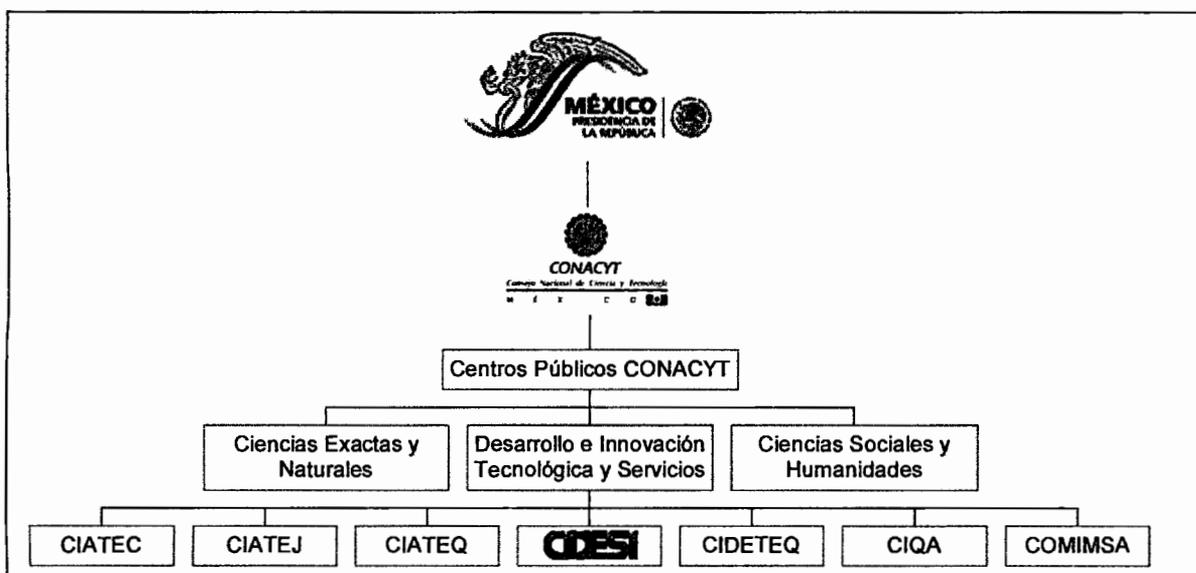


Figura 1. Estructura organizacional de los centros públicos del CONACYT (PNC-sección 6, 2004).

El Centro estableció su misión y una visión, tomando en cuenta sus valores, compromisos y líneas estratégicas de mercado.

II.1.1 Misión

“Generar valor en las empresas orientadas a la transformación, contribuyendo al crecimiento de su competitividad mediante el desarrollo y aplicación de conocimiento relevante y pertinente, con personal altamente calificado y estándares de clase mundial”.

II.1.2 Compromisos

El Centro tiene compromisos con:

➤ CONACYT

- Alinear las políticas de CIDESI a las políticas del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología y a las demás normas y reglamentos aplicables.
- Cumplir en tiempo y forma con los requerimientos de información del CONACYT.
- Contribuir a la conformación y a la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

➤ Junta de gobierno

- Cumplir con la normatividad aplicable (Ley de Ciencia y Tecnología, de Servicios Públicos, la de Transparencia y las aplicables).
- Cumplir con los objetivos y metas pactados, derivados de los ejercicios de planeación y del convenio de desempeño.
- Incrementar los niveles de excelencia académica y tecnológica.

➤ Sociedad

- Hacer un uso racional, transparente y efectivo de los recursos públicos.
- Contribuir de manera eficiente a elevar la calidad de vida de las personas relacionadas con la actividad de la institución.
- Velar por el estado de derecho en las actividades de la institución.

➤ Clientes

- Contribuir a generar valor en su operación mediante la creación de conocimiento y su aplicación a la satisfacción de los requerimientos tecnológicos, elevando así su competitividad.

➤ Proveedores

- Establecer mecanismos para fortalecer su actividad desde el punto de vista de calidad y servicio.
- Buscar las condiciones para una relación de largo plazo.

➤ Trabajadores

- Desarrollar en forma continua su capacidad profesional que le permita desarrollar mejor su actividad y crecer dentro de la institución, a través de planes de vida y de carrera.
- Remunerar e incentivar en forma justa, acorde a la contribución realizada y competitiva respecto a instituciones similares, acatando las normas aplicables.
- Procurar el mejor nivel de salud.

➤ Medio Ambiente

- Preservar las áreas verdes de la institución.
- Construir una planta de tratamiento para las aguas negras y de proceso que genera.
- Desarrollar procesos de separación de residuos no peligrosos.
- Disminuir el consumo de energía eléctrica.
- Disminuir el uso de papel y cartón (Planeación Estratégica, 2005).

II.1.3 Productos y servicios

El CIDESI ofrece los siguientes productos y servicios (Figura 2):

II.1.3.1 Servicios Tecnológicos:

- **Metrología:** Servicios de medición y calibración en los laboratorios y en campo, en las magnitudes de: a) Dimensional, b) Masa, c) Volumen, d) Temperatura, e) Presión, f) Viscosidad y g) Flujo.
- **Tecnología de Materiales:** Servicios de laboratorio de Análisis y Caracterización de Materiales mediante: a) Metalografía, b) Microscopia Electrónica, c) Análisis Químico, d) Ensayos no Destructivos, e) Pruebas Mecánicas.
- **Servicio de Análisis y Determinación de:** a) la Falla, b) Calificación de soldadores y c) Procedimientos de soldadura.

II.1.3.2 Desarrollo Tecnológico:

- **Automatización:** a) Sistemas mecatrónicos, b) Máquinas de prueba y ensamble, c) Servicios de análisis dinámico y por el Método de Elemento Finito.
- **Maquinas Especiales:** a) Máquinas especiales para procesos unitarios.
- **Electrónica Aplicada:** Desarrollo electrónico en ahorro de energía y procesamiento señales.

II.1.3.3 Investigación y Posgrado

- **Educación Continua:** a) Metrología, b) Tecnología de Materiales, c) Asesoría en Productividad Tecnológica, d) Máquinas Especiales y e) Postgrado (CID-MA-GC-001-2005).

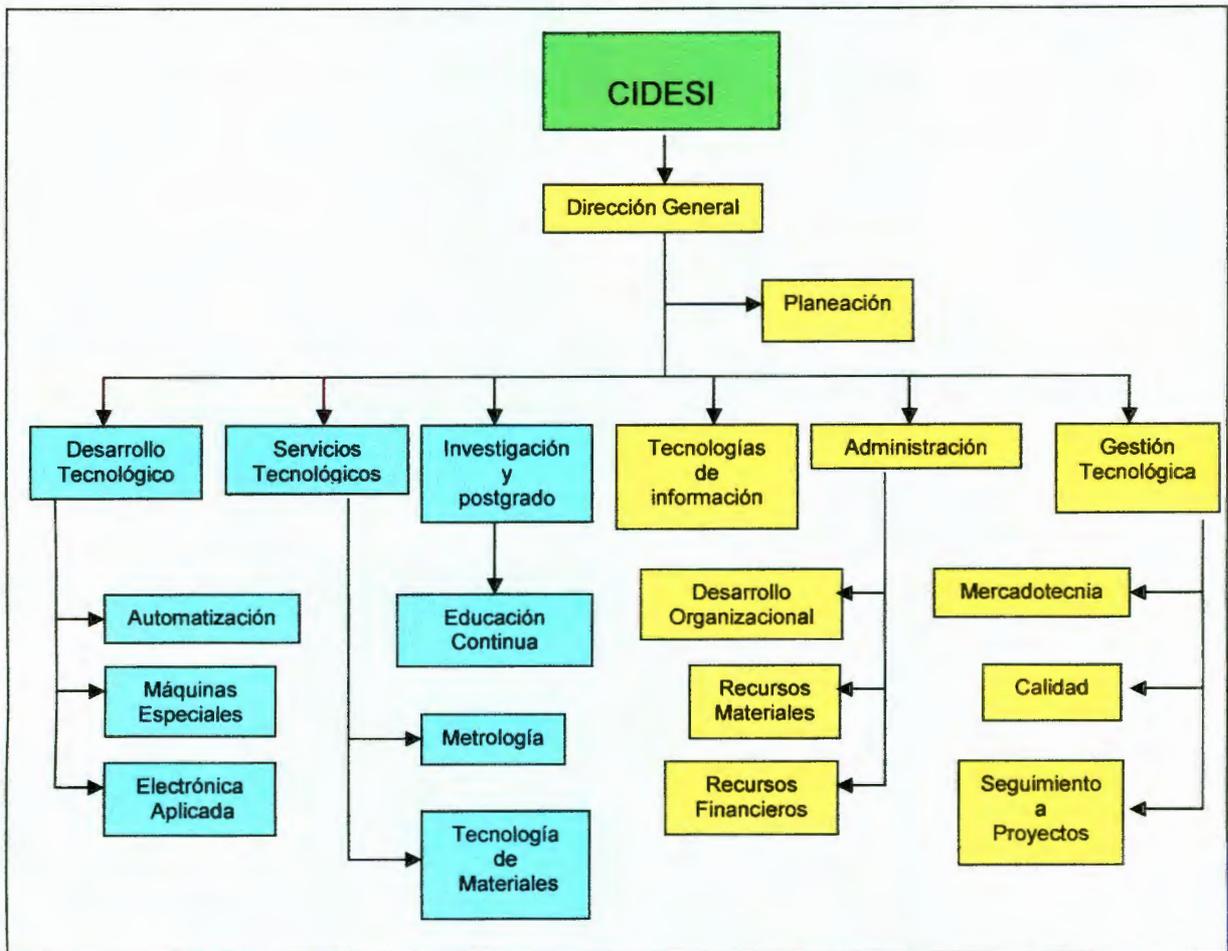


Figura 2. Estructura del CIDESI (CID-MA-GC-001-2005).

II.1.4 Mercado y clientes

EL mercado en el que se desempeña el CIDESI se compone primordialmente por empresas de las siguientes industrias: automotriz, metal-mecánicas, electrodomésticos, alimentos, química y petroquímica. Atiende empresas pertenecientes a 16 estados de la República con 815 clientes (PNC-sección b, 2004).

Los productos y servicios del CIDESI, son orientados fundamentalmente al proceso y no al producto, esto es al desarrollo de sistemas para movimiento de materia prima, automatización de procesos, calibración de equipos de proceso y de control,

análisis y verificación de recipientes sujetos a presión; determinación de vida útil de recipientes, reactores, catalizadores y ductos (PNC-sección 1, 2004).

Se atienden clientes en:

- Querétaro
- Aguascalientes
- Coahuila
- Colima
- Estado de México
- Guanajuato
- Jalisco
- Michoacán
- San Luis Potosí
- Chihuahua
- México, D.F
- Veracruz
- Puebla
- Celaya
- Apodaca, N.L.

II.1.5 Lista de Clientes

II.1.5.1 Industria Automotriz

- Aeroquip
- Avery Dennison
- Especialistas en turbo partes
- Fischer de México
- Metalsa
- Leiser
- Remy Componentes

- Woco de México
- Ventramex
- Forjas Spicer

II.1.5.2 Industria Metal-Mecánica

- Bombas Alemanas
- Electroforjados Nacionales
- Melco de México
- Maquinados Numéricos
- Manufacturas Metálicas
- Industrias Montacargas
- Aceros Transformados Nacionales

II.1.5.3 Embotelladoras

- Embotelladora Aga de México
- Refrescos Victoria del Centro
- Embotelladora de Cautla

II.1.5.4 Industria de Electrodomésticos

- Applica Manufacturing
- Comercial Acros Whirlpool
- Mabe México
- Vistar

II.1.5.5 Comercializadoras

- Acero Sueco Palme
- Aceros Fortuna
- Distribuidora de Acero Inoxidable
- Serviacero Comercial

II.1.5.6 Fundidoras

- Aceros del Bajío
- Fundidora Morelia
- Metalvex

II.1.5.7 Centros de Investigación

- CIATEQ
- CIDETEQ

II.1.5.8 Constructoras

- AE Constructores
- Constructora Tlahui
- Constructora Llodi

II.1.5.9 Industria de Alimentos

- Exportadora de Hortalizas
- Kellogg

Estas son las empresas más importantes que se atienden en la Unidad de Tecnología de Materiales (García, 2004).

II.1.6 Situación Ambiental Actual

El Centro busca optimizar el uso de recursos naturales y se ha generado una cultura de limpieza, de ahorro de energía, agua e insumos propios de nuestra actividad productiva, incluyendo el manejo y disposición de residuos.

II.1.6.1 Manejo y clasificación de residuos peligrosos y no peligrosos

Aun cuando el CIDESI es un centro público de investigación se clasifica como un “micro-generador de residuos”, por ello se han estructurado tres planes de manejo y disposición de residuos en concordancia con la legislación aplicable (LGEEPA, 1996; LPGIR, 2003; LEEEPA, 2005; LPGIRQ, 2005; RLPGIRQ, 2006):

- Manejo, almacenamiento, clasificación y disposición de residuos municipales.
- Manejo, almacenamiento, clasificación y disposición de residuos especiales.
- Manejo, almacenamiento, clasificación y disposición de residuos peligrosos (Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos, Inflamables, Biológico-infecciosos).

El principal objetivo de estos planes, es la generación de una cultura de optimización y cuidado de los recursos bajo un modelo cíclico, mediante el cual se minimice el impacto al medio ambiente, y anticiparse a las propuestas de la nueva legislación sobre el manejo de residuos peligrosos y basura.

Resultados al momento:

- Elaboración y aplicación de una lista de verificación (check-list), para identificar y cuantificar el tipo de residuos que se generan en el CIDESI.
- Se concluyó el estudio e interpretación de las Normas aplicables del manejo de los residuos, codificando in-situ e identificando cada tipo de Residuo.
- Se suscribió un convenio con la empresa “Transportes Ecológicos de Querétaro” para el retiro y disposición controlada de los Residuos Peligrosos, especiales y municipales.

Lo que se pretende realizar:

- Crear un programa de educación sobre una cultura en el manejo y clasificación de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales.
- Construir un “almacén temporal”, de residuos peligrosos.

- Establecer “Puntos Limpios” de acuerdo con los resultados arrojados por el check-list y definir sus ciclos de retiro y reglas (PNC-sección 7, 2004).

II.2 TECNOLOGÍA DE MATERIALES

En esta unidad se tiene la capacidad para realizar pruebas y análisis elementales en tecnología de materiales.

II.2.1 Pruebas de Materiales

➤ Análisis Químico

- Aceros al carbono
- Aceros de baja aleación, fundiciones
- Aceros inoxidable
- Aleaciones de cobre
- Aleaciones de aluminio

➤ Análisis de Fallas y Metalografía

- Medición de tamaño de grano
- Determinación de inclusiones en acero
- Medición de microdureza
- Medición de % de fases, nodularidad y evaluación de porosidades en una microestructura
- Caracterización de hierros
- Medición de profundidad de capa endurecida
- Espesor de recubrimiento
- Microanálisis por dispersión de RX
- Metalografía de campo (replicas metalográficas)

➤ Mecánica Experimental

- Fatiga, fractura, termofluencia y relajación de materiales

- Comportamiento dinámico de materiales
- Diagnóstico de vibraciones y ruido
- Medición de deformaciones y esfuerzos residuales
- Tribología y desgaste

➤ Pruebas Mecánicas

- Tensión
- Compresión
- Doblado
- Impacto tipo Charpy
- Fatiga
- Fractura
- Desprendimiento de soldadura
- Dureza de Campo
- Impacto
- Brinell
- Vickers

II.2.2 Ensayos No Destructivos

➤ Servicios

- Inspección de recipientes a presión
- Radiografía
- Ultrasonido
- Líquidos penetrantes
- Partículas magnéticas
- Pruebas hidrostáticas y neumáticas
- Termografía infrarroja
- Inspección visual
- Electromagnetismo o corrientes eddy

- Capacitación en todas las técnicas, incluyendo Códigos ASME Secc. V, VII, API, etc.

II.2.3 Tecnología de Soldadura

- Elaboración y Certificación de procedimientos de soldadura de acuerdo a los códigos internacionales más reconocidos ASME, AWS, API, etc.
- Inspección de soldadura mediante personal certificado como CWI.
- Calificación y certificación de habilidad de soldadores a través de pruebas no destructivas por inspectores en soldadura reconocidos por AWS, EWF y el IIW.
- Asesoría técnica para la solución de problemas en procesos de soldadura.
- Capacitación en los principales códigos de soldadura: ASME Secc. IX (con reconocimiento por ASME Internacional), API; AWS.

II.3 ANÁLISIS QUÍMICO

Específicamente en este laboratorio se llevan a cabo análisis químicos por medio de disoluciones, reactivos químicos y estándares certificados, se hacen pruebas a muestras metálicas. Los métodos utilizados para llevar a cabo estos análisis son:

II.3.1 Análisis de Carbono Total y Azufre por el Método Gravimétrico de Combustión
Alcance: Este método cubre la determinación de carbón total y azufre en muestras metálicas (aceros, fundiciones, aleaciones base níquel y aleaciones especiales); en concentraciones de 4 ppm a 3.5 % de Carbono y 4 ppm a 0.4 % de azufre en forma directa.; en materiales con contenidos mayores es posible realizar disoluciones mediante materiales metálicos libres del elemento a analizar (p.e. fierro ó cobre electrolítico).

Principio del método: La muestra sólida contenida en un crisol de cerámica es fundida en una corriente de oxígeno en un horno de alta frecuencia. El poder de calentamiento del horno se ajusta automáticamente para establecer las condiciones óptimas de reacción. Los gases de reacción CO_2 y SO_2 producidos por la combustión

son medidos por medio de detectores infrarrojos altamente sensibles (CID-PR-SC-TM-AQ-001; CS-200 Instruction Manual, 2000).

II.3.2 Análisis Químico de Metales y Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Absorción Atómica (AA)

Alcance: Este procedimiento y los métodos que en él se incluyen son aplicables para el análisis de elementos de aleación y elementos residuales de materiales no orgánicos.

Principio del método: La muestra es disuelta en una mezcla de ácidos, filtrada y aspirada dentro de una flama de aire/acetileno u óxido nitroso/acetileno. La absorbancia de energía luminosa a una longitud de onda determinada por el elemento a analizar, desde una lámpara de cátodo hueco, es comparada con la absorbancia de una serie de soluciones estándar de calibración.

Este principio es general para las mediciones realizadas por Absorción atómica, debiéndose establecer por separado el procedimiento de preparación de muestra; el cual dependerá de la naturaleza de la muestra y de los elementos a analizar (CID-PR-SC-TM-AQ-006; CID-PR-SC-TM-AQ-009; CID-PR-SC-TM-AQ-010; Varian, 1979).

II.3.3 Análisis de Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Emisión por Chispa

Alcance: Este método cubre la determinación de los elementos de aleación más comunes en muestras metálicas base Hierro y base Aluminio, siempre y cuando estas muestras cumplan las condiciones necesarias para la realización de su análisis por este método.

Principio del método: La excitación de átomos individuales es necesaria para crear la emisión óptica, la cual es usada para analizar el contenido de una muestra. La energía aplicada es tan alta que el material en estado sólido es vaporizado, logrando así la emisión de luz que posteriormente es detectada y traducida como concentración (CID-PR-SC-TM-AQ-017; Slickers, 1993; Spectrolab Operation Manual).

II.3.4 Análisis Semi-cuantitativo de Materiales Mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X (FRX)

Alcance: Este método cubre la determinación cualitativa y semicuantitativa de los elementos de composición más significativa, en materiales cuya naturaleza permita su análisis mediante espectrometría por fluorescencia de rayos X.

Principio del método: FRX es un método de identificación y cuantificación elemental, que depende de la emisión de radiación X característica, usualmente en el intervalo de energía de 1 a 60 KeV. En ciertas matrices, por medio de FRX es posible detectar elementos en concentraciones bajas, pero comúnmente es utilizado para conocer y cuantificar los elementos que se encuentran en concentración más importante dentro de un material (CID-PR-SC-TM-AQ-020; Jenkins y de Vries, 1975; Pre-Installation Manual, 1995; System User's Guide, 1997).

II.3.5 Análisis de Aleaciones Metálicas por Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción (ICP)

Alcance: Este método cubre la determinación de los elementos de aleación más comunes y elementos residuales en aleaciones metálicas, tales como aceros baja aleación y aleados, fundiciones de hierro, aleaciones base aluminio, base cobre, base zinc, base níquel; así mismo es posible adaptar este método a cualquier tipo de aleación creando nuevas curvas siguiendo los lineamientos establecidos para las aleaciones antes mencionadas.

Principio del método: La muestra disuelta en una solución ácida es nebulizada y el aerosol que es producido es transportado a la antorcha del plasma donde ocurre la excitación. Las características de las líneas atómicas de emisión espectral son producidas por una radio-frecuencia inducida por el plasma acoplado (ICP). El espectro es dispersado por líneas espectrométricas y las intensidades de las líneas son monitoreadas por tubos foto multiplicadores. Las corrientes fotométricas son procesadas y controladas por un sistema de cómputo, el cual las convierte a unidades de medición (CID-PR-SC-TM-AQ-023; SPECTROFLAME ICP D. Operation Manual).

II.4 ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Para poder identificar los Aspectos Ambientales de una actividad, producto o servicio, y después poder calificarlos los significativos se debe tener muy claro el concepto de los mismos.

II.4.1 Aspecto Ambiental

Un Aspecto Ambiental es el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (NMX-SAA-14001-IMNC-2004).

II.4.2 Impacto Ambiental

Un Impacto Ambiental es cualquier efecto benéfico o perjudicial causado por el ser humano o la naturaleza sobre el medio ambiente (Basurto, 2000; NMX-SAA-14001-IMNC-2004).

II.4.3 Aspecto Ambiental Significativo

Un Aspecto Ambiental Significativo es definido por el grupo de trabajo que lleva a cabo el análisis de acuerdo a su Organización; el grupo también define los criterios para establecer las prioridades (León, 2004).

La importancia de evaluar los aspectos ambientales de una manera clara y controlada radica en conocer donde están los puntos del proceso que impactan significativamente el medio ambiente, para así poder establecer acciones de control o minimización.

Se debe tomar en cuenta que pueden existir "impactos ambientales acumulativos" los cuales son el resultado de la degradación ambiental progresiva que a lo largo del tiempo producen gran número y diversidad de actividades sobre un área o región. Donde cada actividad considerada por aislado probablemente no represente un impacto significativo, pero al hacer la sumatoria de los impactos la resultante sí sea significativa.

Algo que es esencial para poder desarrollar el análisis con éxito, es la acción de establecer los límites de los aspectos a identificar y el nivel de detalle con que se evaluarán las actividades, productos o servicios contenidos entre estos límites. Para esto se tiene que conocer bien el ciclo de vida y estudiar en cual de sus etapas existen Aspectos Ambientales. Se deben de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Analizar las condiciones actuales del ambiente
- Identificar y calificar los aspectos significativos que producen las acciones sobre el ambiente
- Predecir el estado del ambiente en un futuro
- Considerar las acciones necesarias para reducir, eliminar, compensar o evitar los impactos negativos en el ambiente.
- Mantener la vigilancia de los impactos

II.5 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una técnica mediante la cual se pueden identificar las entradas y salidas de un proceso que este generando algún producto o servicio, así como los Aspectos Ambientales potenciales relacionados con el mismo (Figura 3).

De acuerdo con la NMX-SAA-14040-IMNC-2004 el ACV debe incluir la definición de la meta y el alcance, el análisis del inventario, la evaluación del impacto y la interpretación de los resultados:

- Meta y alcance: se tiene que establecer perfectamente hasta donde se quiere llegar y que es lo que se va a abarcar.
- Análisis del inventario: implica la recolección de los datos de las entradas y salidas, así como su cuantificación.
- Evaluación del impacto: se evalúa la significancia de los impactos ambientales potenciales, utilizando los resultados del inventario del ACV.
- Interpretación de resultados: se hacen las conclusiones que darán origen a las recomendaciones para que el proceso del producto o servicio sea

modificado de manera que sea más amigable con el medio ambiente sin perjudicar al productor ni al cliente (NMX-SAA-14040-IMNC-2004).

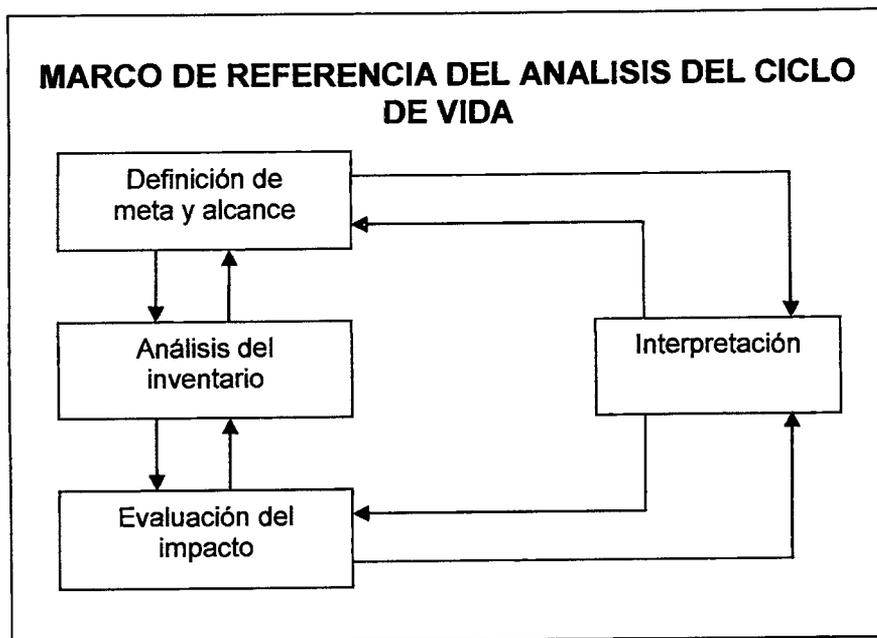


Figura 3. Marco de referencia del Análisis del Ciclo de Vida (NMX-SAA-14040-IMNC-2004).

Un ACV implica hacer un estudio detallado de todas las etapas de un proceso para elaborar un producto o dar un servicio. Esto requiere hacer un seguimiento del mismo desde la cuna (adquisición de materias primas) hasta la tumba (disposición final), analizando todas las entradas de materias primas, insumos, energía y agua, y las salidas de productos y residuos (Figura 4). Dependiendo de la profundidad del análisis, del alcance y objetivo fijados en un principio el estudio se puede delimitar a una, a varias o a todas las etapas del proceso (León, 2004).

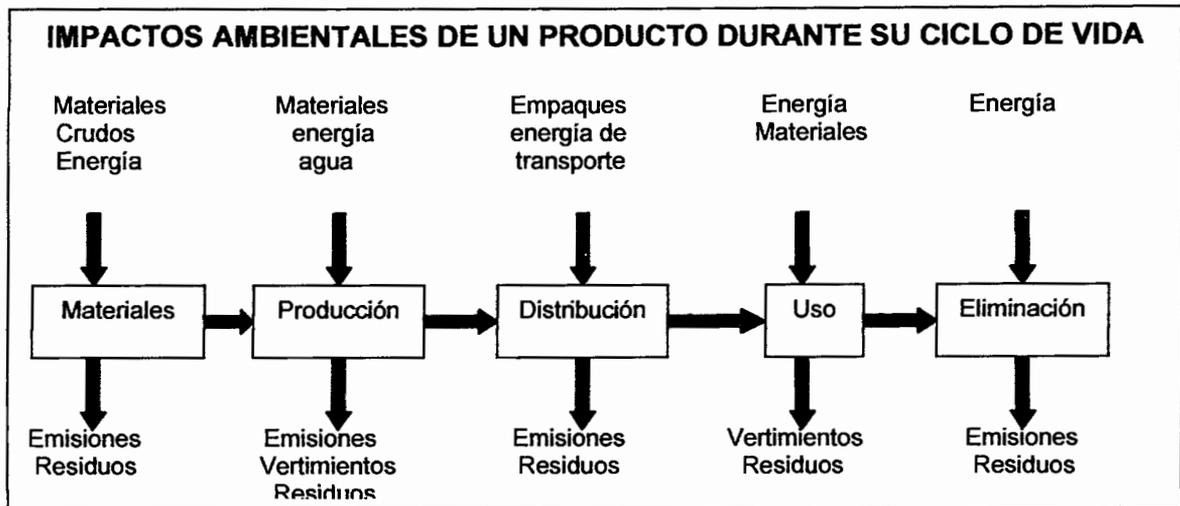


Figura 4. Impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida (León, 2004).

II.6 METODOLOGÍA TOP-DOWN

Es una técnica de análisis que consiste en tomar el problema en forma inicial como una cuestión global y descomponerlo sucesivamente en problemas más pequeños y por lo tanto, de solución más sencilla.

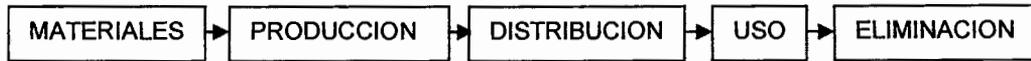
La descomposición del problema original (y de las etapas subsecuentes) (Figura 5), puede detenerse cuando los problemas resultantes alcanzan un nivel de detalle que el analista pueden implementar fácilmente.

El problema se descompone en etapas o estructuras jerárquicas, de modo que se puede considerar cada estructura como dos puntos de vista : ¿lo qué hace?, y ¿cómo lo hace ?.

El detalle con el que se deben especificar los procesos determinará la complejidad del análisis de los aspectos ambientales en la organización. Para esto se recomienda utilizar esta metodología en la que se hace un examen desde lo general a lo detallado, profundizando sólo en aquellos elementos que generan impactos de importancia en el medio ambiente (León, 2004).

EL NIVEL DE DETALLE DETERMINA LA COMPLEJIDAD DEL ANÁLISIS

GENERAL



MENOS GENERAL



DETALLADO



Figura 5. Nivel de detalle del análisis (León, 2004).

II.7 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Existen métodos cualitativos y cuantitativos. Para escoger el método de evaluación se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Grado de complejidad que la organización tenga en términos ambientales: esto depende del giro al que pertenece la empresa, ya que esto define la legislación que le aplica, la forma en que es vista por la comunidad y el nivel de profundidad que se le dará al análisis.
- Información disponible en el medio: antes de comenzar el análisis se debe de tener un conocimiento total de la información ya existente en la empresa de acuerdo a su desempeño ambiental, identificar la información que es útil para evitar repetir el trabajo y establecer claramente el punto de partida de la investigación.
- Impacto de la actividad, producto o servicio durante su ciclo de vida: existen productos cuyo impacto en el medio ambiente se da de manera mayoritaria en su fabricación, mientras otros generan un gran impacto en su uso.

II.7.1 Métodos Cualitativos

II.7.1.1 Análisis verbal-argumentativo: algunas de sus características son:

- Se soporta en su practicidad. Es transparente y fácil de entender.
- No exige ser objetivo o complejo
- Fácilmente aceptado por los empleados. Promueve los procesos de aprendizaje dentro de la compañía.

II.7.1.2 Método ABC: es un método en el cual la empresa califica la significancia de los aspectos ambientales con letras.

- Usa una matriz ABC
- Analiza el inventario con criterios especificados, clasificados en A, B o C:
 - A: Problema ecológico grande y real, se requiere acción urgente
 - B: Problema ecológico que requiere acción a mediano plazo
 - C: No hay problema ecológico o es pequeño, no se requiere acción
- Método sin objetividad, los valores y las ideas de la compañía determinan el análisis
- Ejemplos de tales criterios:
 - Cumplimiento con las regulaciones ambientales
 - Requerimientos especiales para cumplir a las partes interesadas
 - Impactos ambientales causados por la producción diaria
 - Disposición de residuos
 - Accidentes potenciales

II.7.2 Métodos Cuantitativos

II.7.2.1 Volumen Crítico (Suiza)

Los impactos ecológicos se presentan en las siguientes categorías (Cuadro 2):

Cuadro 1. Categorías de los Impactos Ecológicos (León, 2004)

| RECURSO | MAGNITUD | UNIDAD |
|-------------------|-----------------|--------------------|
| Energía | Energía térmica | (MJ) |
| Materiales | Peso | (kg) |
| Emisiones al aire | Volumen crítico | (m ³) |
| Emisiones al agua | Volumen crítico | (m ³) |
| Residuos | Volumen | (dm ³) |

Volumen crítico: la cantidad de contaminante es dividido por el límite permitido legal correspondiente.

II.7.2.2 Puntaje de Eco-cargas (Suiza)

$$\text{Ecofactor} = (1/F_k)(F/F_k)(C)$$

F: El 'Flujo' (F) actual en relación con el 'flujo crítico' (F_k) muestra la escasez ecológica. Si el flujo actual es mayor que el flujo crítico (F > F_k), hay una sobreutilización de los recursos.

F_k: 'Flujo crítico (F_k)' es la máxima contaminación, la cual no causa daños irreversibles en un ecosistema definido.

C: Factor adimensional (10¹²)

II.7.2.3 Eco-Indicador 99

Es un método que consta de tres pasos:

- 1) Inventario de las emisiones relevantes, extracción de recursos y uso de la tierra en todos los procesos que componen el ciclo de vida del producto.
- 2) Cálculo de los daños que estos flujos causan a la salud humana, la calidad de los ecosistemas y los recursos.
- 3) Valoración de estas tres categorías.

III. HIPÓTESIS

Verificar que el método TOP-DOWN identifica aspectos ambientales tales como el consumo de agua, energía eléctrica, combustibles, reactivos químicos y materia prima, y la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, soluciones ácidas y emisiones a la atmósfera, que se producen en el laboratorio de Análisis Químico.

IV. OBJETIVOS

IV.1 GENERAL

Identificar y evaluar los aspectos ambientales existentes en los diferentes métodos de análisis del laboratorio de Análisis Químico utilizando el método TOP-DOWN, para generar una propuesta de acciones encaminadas a controlarlos y disminuirlos.

IV.2 ESPECÍFICOS

- Conocer, entender e interpretar adecuadamente las actividades que se realizan en el laboratorio de Análisis Químico por medio del método TOP-DOWN.
- Identificar los aspectos ambientales
- Calificación de la significancia de los aspectos ambientales
- Definir y evaluar las acciones ambientales a realizar para controlar y manejar los aspectos ambientales significativos.

V. METODOLOGÍA

V.1 Metodología de Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales en el Laboratorio de Análisis Químico

V.1.1 Definición de los Parámetros de Identificación de los Aspectos Ambientales

En esta etapa se delimitaron los aspectos a identificarse así como el nivel de detalle con que se evaluaron los métodos. Esta etapa a su vez se subdividió en: la definición de los límites del sistema mediante el análisis del ciclo de vida de los productos y la determinación del nivel de detalle del análisis empleando la metodología Top-Down.

V.1.2 Identificación de los Aspectos Ambientales

En esta fase se identificaron los procesos unitarios de los métodos para definir las entradas y salidas. En las entradas se estudiaron las materias primas, reactivos químicos, combustibles (líquidos, sólidos y gaseosos), energía eléctrica y térmica, agua, refrigerantes así como tipo de equipo empleado. En las salidas se estudiaron emisiones a la atmósfera, ruido, residuos peligrosos, residuos no peligrosos y descargas.

V.1.2.1 Definición de las entradas y salidas de los procesos a analizarse

Se realizó mediante una entrevista con las personas involucradas en las diferentes etapas de cada proceso, así como la revisión de los procedimientos de trabajo. Durante la revisión de los procedimientos se identificó también si éstos describen algún sistema de control y manejo de los insumos (químicos o peligrosos), aspectos de seguridad y manejo de residuos peligrosos cuando por la naturaleza de las actividades requieran un control especial.

V.1.2.2 Análisis de insumos químicos utilizados

Se determinó el consumo de reactivos químicos que pueden ser potencialmente contaminantes y tóxicos.

- Revisión de procedimientos de trabajo para poder efectuar de manera más detallada y precisa la cuantificación del consumo de los reactivos químicos.
- Identificar el producto o servicio con mayor demanda de los procesos, esta información se obtuvo consultando las bitácoras de trabajo o las ventanillas de atención a clientes (se analizó la información de un año).
- Construir la tabla de análisis de sustancias químicas mayormente usadas. Con base al análisis efectuado en los tres pasos anteriores se determinaron las sustancias de mayor consumo en cada proceso.

V.1.2.2.1 Análisis de incidentes de relevancia ambiental

Esta etapa consistió en recopilar información histórica sobre los incidentes o accidentes de relevancia ambiental que han ocurrido en el laboratorio. Con la finalidad de tener evidencia y sustentar decisiones sobre la importancia de controlar, mejorar o responder ante la emergencia causada por un aspecto ambiental.

- Derrames accidentales de combustibles o lubricantes.
- Fugas de gases tóxicos o no tóxicos, mala manipulación o falta de mantenimiento.
- Operación indebida de un proceso por falta de los controles necesarios o falta de capacitación del operario.
- Incapacidad para controlar el incidente por falta de equipos mínimos de seguridad y procedimientos.
- Quejas de los vecinos acerca de una actividad percibida dentro de la empresa.

V.1.3 Evaluación de los Aspectos Ambientales

En esta fase se determinó qué aspectos ambientales tienen un efecto o impacto ambiental significativo. Por su practicidad y fácil entendimiento se empleó un método numérico y una matriz de relevancia. El objetivo aquí fue determinar qué métodos están más comprometidos con el medio ambiente y los aspectos ambientales que generan impactos ambientales significativos.

V.1.3.1 Evaluación de la significancia de los procesos empleando un método numérico

Con el objetivo de determinar fácilmente si un aspecto ambiental era significativo o no, se escogieron 4 variables a las cuales se les asignó un valor de 1 si existen y 0 si no existen, las 4 variables fueron calificadas para cada aspecto ambiental y al final se hizo una sumatoria de las calificaciones obtenidas para determinar si el aspecto ambiental era significativo o no (Cuadro 2).

Cuadro 2. Esquema de valoración para las variables.

| ESQUEMA DE VALORACIÓN | | |
|-----------------------|---|--|
| VARIABLES | VALORES QUE PUEDEN SER ASIGNADOS | |
| | 1 | 0 |
| Legislación | Está legislado | No esta legislado |
| Toxicidad | Es tóxico al aire, agua, suelo. | No es tóxico al aire, agua, suelo. |
| Consumo | Es de alto consumo(> a 400 kg/año) | No es de alto consumo (< a 400 kg/año) |
| Riesgo | Existe riesgo de incendio, fuga, derrame, exposición al trabajador. | No existe riesgo de incendio, fuga, derrame, exposición al trabajador. |
| RESULTADO | Sumatoria | Sumatoria |

La ponderación de los aspectos ambientales se hizo tomando en cuenta si únicamente se tenía que establecer un control o si se tenía que disminuir el impacto que se estaba generando en el ambiente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Ponderación de los valores obtenidos en la sumatoria.

| PONDERACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES | | |
|---|------------------|---|
| SUMATORIA | PONDERACIÓN | CONCLUSIÓN |
| 0 | No significativo | Establecer un plan de manejo. |
| 1 | No significativo | Establecer un método de control y manejo. |
| 2 | Significativo | Controlar la emisión. |
| 3 | Significativo | Disminuir el impacto. |

V.1.4 Definición de las Acciones Encaminadas a Controlar los Impactos Ambientales

Una vez que se identificaron los aspectos ambientales significativos que pueden tener un impacto en el medio ambiente, fue posible identificar los puntos críticos en los que era necesario ejecutar acciones; ya sea eliminando la actividad que genera el impacto, sustituyendo un producto contaminante por otro que no lo es o bien estableciendo controles operacionales.

Los criterios primordiales para decidir si el laboratorio debía buscar caminos para controlar y/o minimizar un impacto o no fueron:

- a) Relevancia ambiental
- b) Cumplimiento legal
- c) Inquietudes de partes interesadas

V.1.5 Conclusiones y Recomendaciones

Con base en los objetivos planteados y los resultados obtenidos se hicieron las conclusiones pertinentes sobre la identificación y control de los aspectos ambientales así como la utilidad del uso de esta metodología propuesta, estas conclusiones se muestran después del análisis de los resultados.

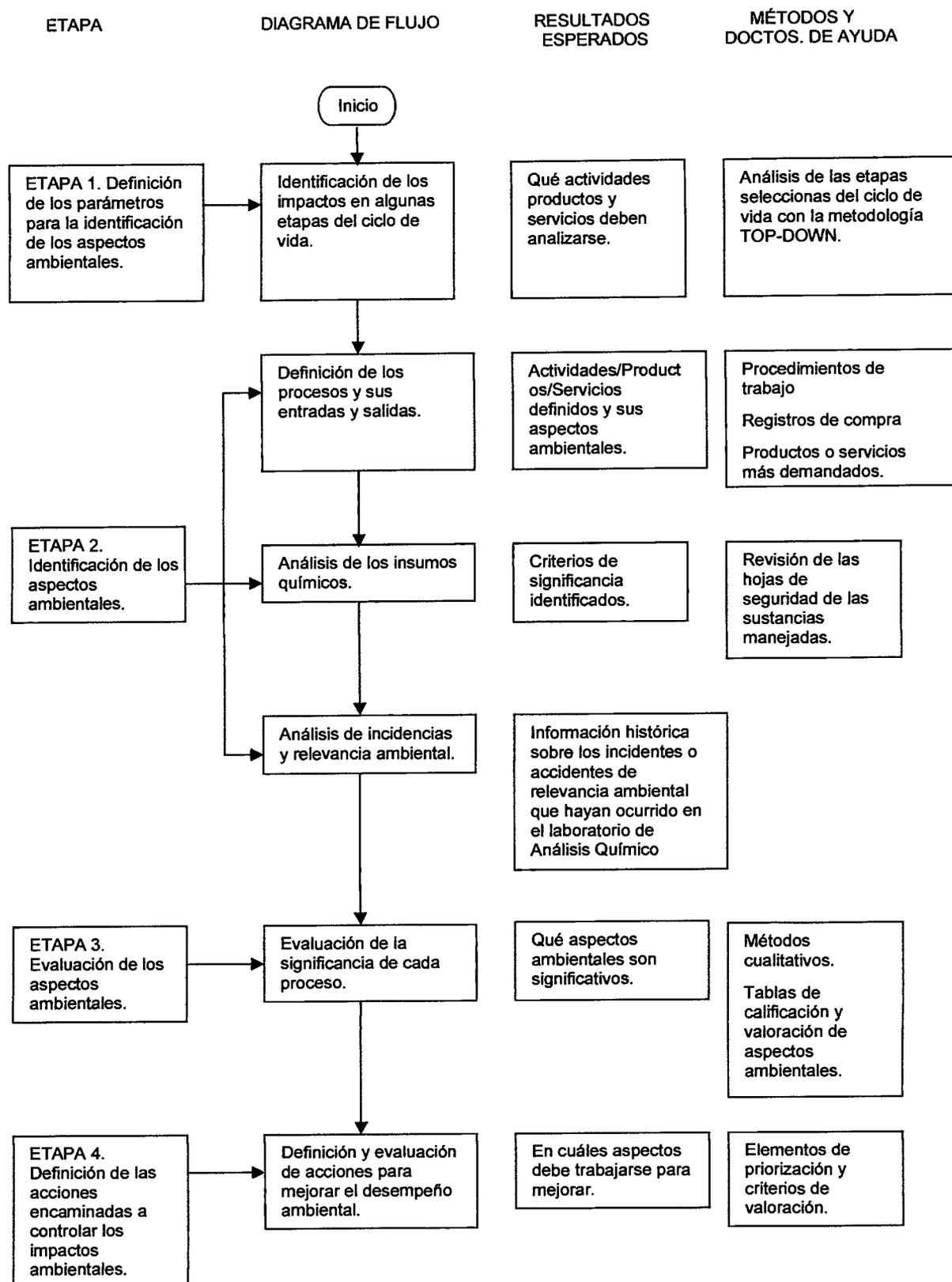


Figura 6. Diagrama de flujo de la metodología establecida.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos de acuerdo con la metodología establecida.

Primero se muestra el diagrama de flujo del proceso general del laboratorio de Análisis Químico que incluye las etapas administrativas y de análisis (Figura 7). Después se muestra un esquema de los 5 métodos de análisis utilizados (Figura 8).

También se incluye una relación de maquinaria y equipo como herramienta en la comprensión de los diagramas de flujo que se presentan más adelante para cada método (Cuadro 4).

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO GENERAL

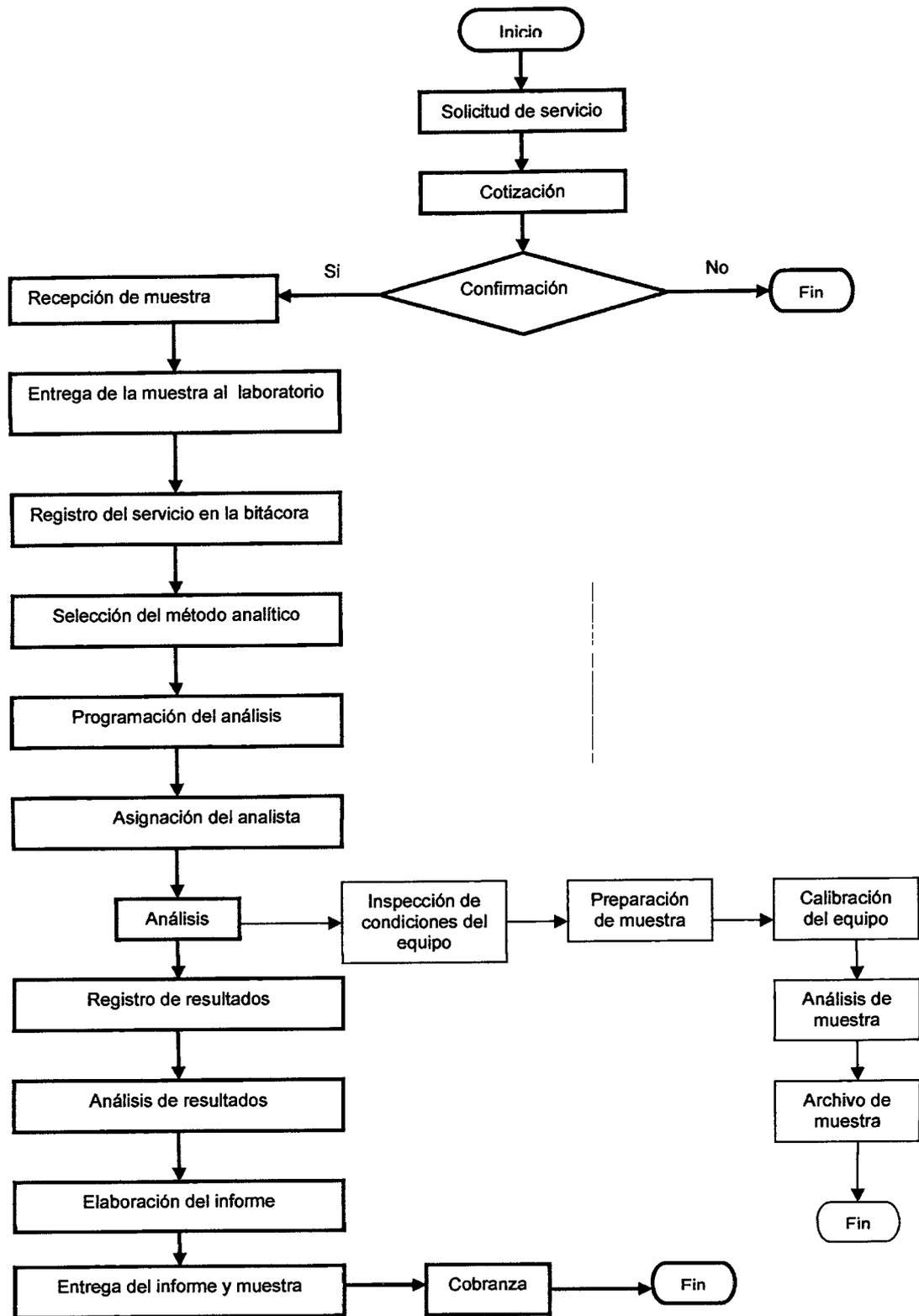


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso general del laboratorio de Análisis Químico.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

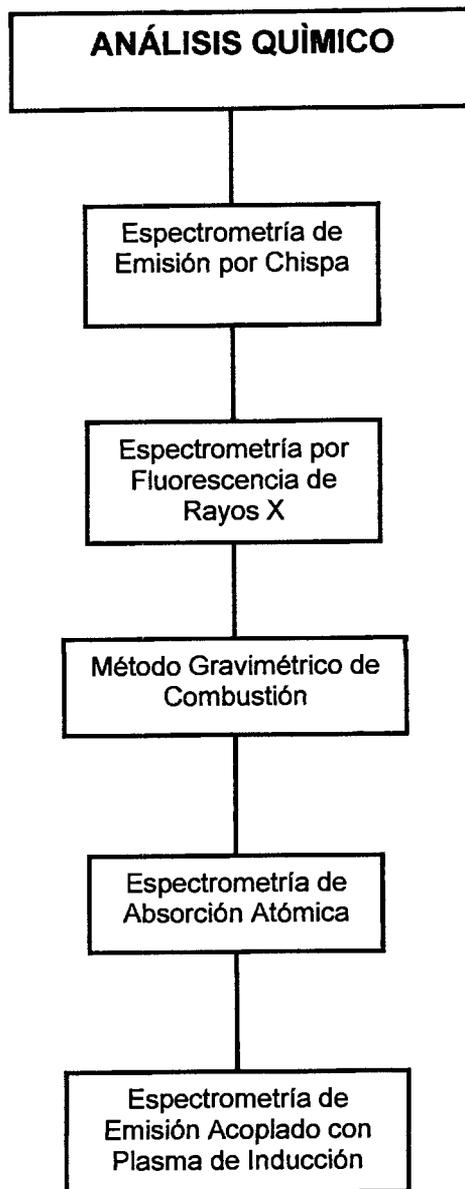


Figura 8. Métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico

Cuadro 4. Relación de maquinaria y equipo

| EQUIPO | OPERACIÓN |
|---|--------------------------|
| CHISPA | |
| Espectrometro de Emisión por Chispa SPECTROLAB | Analizar |
| Cortadora | Cortar |
| Desbastadora de banda | Desbastar |
| COMBUSTIÓN | |
| Analizador de carbono y azufre LECO CS-200 | Analizar |
| Balanza analítica | Pesar |
| Desbastadora de banda | Desbastar |
| Taladro | Taladrar |
| Horno | Eliminar la humedad |
| FRX | |
| Espectro por Fluorescencia de Rayos X PW 2400 | Analizar |
| Molino | Moler |
| Balanza analítica | Pesar |
| AA | |
| Espectro fotometro de Absorción Atómica SPECTRAA-220 | Analizar |
| Extractor | Extracción de vapores |
| Campana de extracción | Conducción de vapores |
| Plato caliente | Calentar |
| Balanza analítica | Pesar |
| Desbastadora | Desbastar |
| Taladro | Taladrar |
| ICP | |
| Espectro por Plasma ICP FMD-07 | Analizar |
| Extractor | Extracción de vapores |
| Campana de extracción | Extracción de vapores |
| Plato caliente | Calentar |
| Balanza analítica | Pesar |
| Desbastadora | Desbastar |
| Taladro | Taladrar |

Se muestran los resultados obtenidos de los estudios realizados a cada uno de los métodos: los diagramas de flujo que se utilizaron para conocer los procesos unitarios y para poder delimitar los aspectos ambientales a identificar y el nivel de detalle del estudio de los mismos. Con estos diagramas de flujo también se estudiaron las entradas de materia prima , energéticos, reactivos químicos y recursos naturales; y en las salidas se estudiaron los residuos que son generados y las emisiones a la atmósfera.

La mayoría de la información que se presenta en los diagramas se obtuvo de varias entrevistas al personal que trabaja en el laboratorio.

VI.1 DATOS DE ANÁLISIS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE ALEACIONES METÁLICAS POR EL MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN POR CHISPA

VI. 1. 1. Descripción del proceso de análisis de aleaciones metálicas por el método de Espectrometría de Emisión por Chispa

En la Figura 9 se presenta un diagrama de flujo del Método de Emisión de Chispa que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

Para poder identificar el servicio con mayor demanda se consultó la bitácora de registro de todas las ordenes de los servicios dados por el laboratorio durante el año 2004. De este análisis se obtuvieron los siguientes resultados.

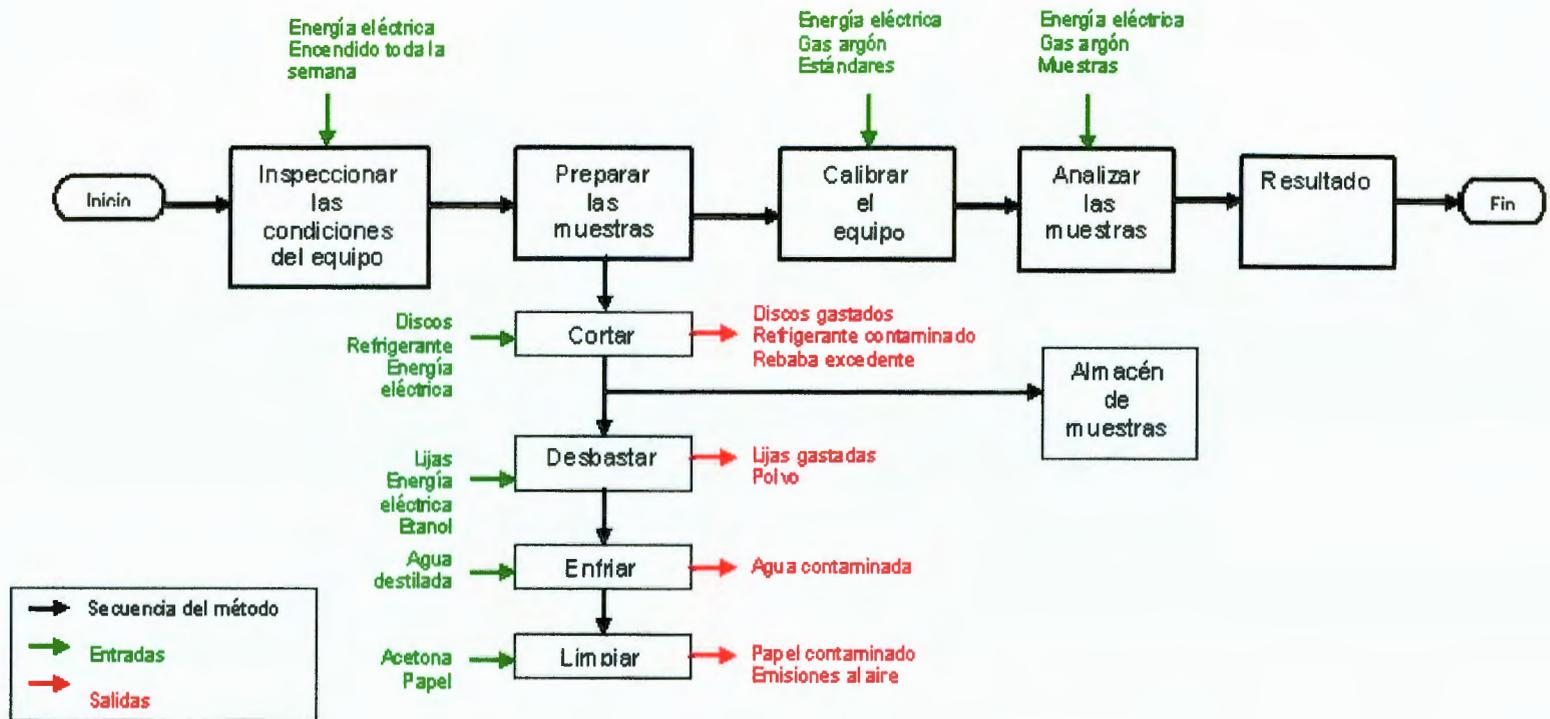


Figura 9. Diagrama de flujo del método de Emisión de Chispa que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

VI.1.2. Demanda real en el 2004 de servicios por el método de Espectrometría de Emisión de Chispa

En el Cuadro 5 se observa que este método tiene una gran demanda con 868 servicios en el 2004.

Cuadro 5. Número de servicios dados por el método de Emisión de Chispa en los meses del 2004

| Mes | No. de Servicios/Mes |
|------------|-----------------------------|
| Enero | 26 |
| Febrero | 55 |
| Marzo | 86 |
| Abril | 54 |
| Mayo | 116 |
| Junio | 102 |
| Julio | 75 |
| Agosto | 73 |
| Septiembre | 51 |
| Octubre | 94 |
| Noviembre | 79 |
| Diciembre | 57 |
| Anual | 868 |

En el Cuadro 6 se puede observar que el material más analizado por este método es el acero con el 75% de los análisis realizados por este método. El cuadro muestra que se hicieron 655 servicios para análisis de aceros y el segundo material más analizado por este método es el aluminio con 120 servicios.

Cuadro 6. Materiales analizados por el método de Chispa durante el 2004.

| Material | No. de Servicios | Porcentaje |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| Acero | 655 | 75% |
| Aluminio | 120 | 14% |
| Fundición | 33 | 4% |
| Cobre | 16 | 2% |
| Bronce | 16 | 2% |
| Latón | 12 | 1% |
| Mat. desconocido | 6 | 1% |
| Hierro | 3 | 0% |
| ASTM | 3 | 0% |
| APL | 2 | 0% |
| Solución | 1 | 0% |
| Xcavalloy | 1 | 0% |
| Total | 868 | 100% |

VI.1.3. Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Emisión de Chispa

A continuación se muestra un análisis del consumo de energía eléctrica por el método de Emisión de Chispa. Este análisis se hizo a cada método con la finalidad de determinar cual es el que tiene mayor gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones y para conocer cuales fueron las tarifas correspondientes a cada método de acuerdo al 2004, y así el personal pueda determinar qué tan rentables son los métodos.

También se buscó obtener los puntos de los procesos en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados.

En el Cuadro 7 se muestra que este método utiliza 3 equipos, el tiempo en segundos que son utilizados para procesar las muestras o para hacer las lecturas y el gasto de energía eléctrica en Wh.

Cuadro 7. Consumo de energía eléctrica por el método de Emisión de Chispa en el 2004

| MÉTODO DE EMISIÓN DE CHISPA | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Equipo | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (VA) | Tiempo (s) | Gasto (Wh) |
| Equipo de lectura (Stand by) | 220 | 0.728 | 160 | 3600 | 160 |
| Equipo de lectura (Operación) | 220 | 5.45 | 1200 | 30 | 10 |
| Cortadora | 240 | 1.2 | 288 | 300 | 24 |
| Desbastadora | 115 | 10.8 | 1242 | 180 | 62.1 |

Cuadro 8. Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría de Emisión por Chispa en el 2004

| Mes | No. Mtras | Gasto Total/Mes (kWh/Mes) | kWh Facturados por CIDESI/Mes |
|------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Enero | 26 | 80.60 | 42,000 |
| Febrero | 55 | 84.84 | 41,352 |
| Marzo | 86 | 89.36 | 49,927 |
| Abril | 54 | 84.69 | 47,688 |
| Mayo | 116 | 93.75 | 53,640 |
| Junio | 102 | 91.70 | 53,976 |
| Julio | 75 | 87.76 | 55,986 |
| Agosto | 73 | 87.47 | 54,288 |
| Septiembre | 51 | 84.25 | 50,640 |
| Octubre | 94 | 90.53 | 53,304 |
| Noviembre | 79 | 88.34 | 49,968 |
| Diciembre | 57 | 85.13 | 42,696 |
| Anual | 868 | 1,048.41 | 595,465 |

El gasto de energía que se muestra en el Cuadro 8 se obtuvo para este método en base al número de servicios dados en el año 2004, esto significa que se consideraron los gastos de energía para el análisis de muestras y los estándares, los equipos utilizados en la preparación de muestras (desbastadora y cortadora) y las condiciones del equipo. El equipo de Chispa es uno de los que utiliza más energía eléctrica.

VI.1.4. Consumo de gas Argón (Ar) correspondiente al método de Espectrometría de Emisión por Chispa en el 2004

Se presenta el cuadro correspondiente al gasto aproximado de gas Argón (Ar) por este método durante el 2004 en base a los datos del manual de operación del equipo y a la información proporcionada por el personal del laboratorio.

El Cuadro 9 muestra los cálculos obtenidos para el gasto mensual de Ar utilizando; el Cuadro 10 que muestra las condiciones registradas en el manual de operación del equipo de Emisión de Chispa. Este equipo y el de ICP comparten el tanque de Ar con un peso de 7 kg, y cuando ambos están trabajando el consumo es de aproximadamente 1 tanque/semana.

Cuadro 9. Datos utilizados para calcular el consumo de gas Argón por el método de Espectrometría de Emisión de Chispa.

| MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN DE CHISPA | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------|-------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|---|
| Mes | No. Mtras | No. Stds | No. Chispazo/ Mes | Gasto Ar Stand by on (L/min) | Tpo Stand by on (min/mes) | Gasto Ar stand by on mensual (L/mes) | Gasto Máximo de Ar (L/min) | Tpo de Chispazo (min) | Gasto Mensual de Ar Eq. operación (L/mes) | Gasto Mensual total de Ar (L/mes) | Gasto Mensual total de Ar (m ³ /mes) |
| Enero | 26 | 26 | 156 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 390 | 9980.4 | 9.98 |
| Febrero | 55 | 55 | 330 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 825 | 10415.4 | 10.42 |
| Marzo | 86 | 86 | 516 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1290 | 10880.4 | 10.88 |
| Abril | 54 | 54 | 324 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 810 | 10400.4 | 10.40 |
| Mayo | 116 | 116 | 696 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1740 | 11330.4 | 11.33 |
| Junio | 102 | 102 | 612 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1530 | 11120.4 | 11.12 |
| Julio | 75 | 75 | 450 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1125 | 10715.4 | 10.72 |
| Agosto | 73 | 73 | 438 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1095 | 10685.4 | 10.69 |
| Septiembre | 51 | 51 | 306 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 765 | 10355.4 | 10.36 |
| Octubre | 94 | 94 | 564 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1410 | 11000.4 | 11.00 |
| Noviembre | 79 | 79 | 474 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 1185 | 10775.4 | 10.78 |
| Diciembre | 57 | 57 | 342 | 0.333 | 28800 | 9590.4 | 5 | 0.5 | 855 | 10445.4 | 10.45 |
| Anual | | | | | | | | | 13020 | 128105 | 128.10 |

Cuadro 10. Condiciones de flujo de operación del equipo

| CONDICIONES DE OPERACIÓN (MANUAL) | | | |
|--|------------|--------------|-----------------------|
| Flujo | L/h | L/min | Especificación |
| Máximo | 300 | 5 | Chispazo |
| Stand by on | 20 | 0.33 | Esperando trabajar |
| Stand by off | 10 | 0.17 | Economizando energía |

VI.1.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría de Emisión de Chispa

La cuantificación de entradas y salidas se hizo en base a los procesos unitarios del método que se presentaron anteriormente en el diagrama de flujo, el objetivo de este análisis fue conocer la transformación que sufren las materias primas y contar con una estimación de la cantidad de residuos que produjo este método en 2004, y con ello establecer un plan de manejo y control de los mismos tomando las debidas medidas de seguridad.

Las brocas, los discos y las lijas son las mismas para todas las muestras sin importar el método de análisis. En promedio se utilizan 12 discos y 12 lijas en todo el año (1 disco y 1 lija por mes) y 15 brocas.

Los Cuadros 11 y 12, muestran las entradas de materia prima para poder llevar a cabo los análisis por el método de Espectrometría de Emisión de Chispa.

Los Cuadros 13 y 14, muestran las cantidades aproximadas de entradas y salidas para el método de Chispa. Para hacer el análisis en ocasiones se chispa toda la muestra o se corta un pedazo, por lo tanto, no se tiene el peso de la muestra (W_{mtra}), además es devuelta al cliente.

Cuadro 11. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría por Emisión de Chispa.

| ENTRADAS | | | | | | | |
|------------|-----------|----------|---------------|----------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Stds | No. Chispazos | W ntra/chispazo (gr) | W std/chispazo (gr) | Vol. Agua gastado/mes (ml) | Vol. Refrigerante/mes (ml) |
| Enero | 26 | 26 | 156 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Febrero | 55 | 55 | 330 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Marzo | 86 | 86 | 516 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Abril | 54 | 54 | 324 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Mayo | 116 | 116 | 696 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Junio | 102 | 102 | 612 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Julio | 75 | 75 | 450 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Agosto | 73 | 73 | 438 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Septiembre | 51 | 51 | 306 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Octubre | 94 | 94 | 564 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Noviembre | 79 | 79 | 474 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Diciembre | 57 | 57 | 342 | No se desgasta | No se desgasta | 200 | 6333 |
| Anual | 868 | 868 | 5208 | | | 2400 | 75996 |

Cuadro 12. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría por Emisión de Chispa

| ENTRADAS | | | | | | | | |
|------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Mes | W Lijas/ mes (gr) | W discos/ mes (gr) | Vol. Etanol/ mtra (ml) | Vol. Acetona/ mtra (ml) | W papel (sanita)/ mtra (gr) | Vol. Etanol/ mes (ml) | Vol. Acetona/ mes (ml) | W papel/ mes (gr) |
| Enero | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 26 | 130 | 52 |
| Febrero | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 55 | 275 | 110 |
| Marzo | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 86 | 430 | 172 |
| Abril | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 54 | 270 | 108 |
| Mayo | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 116 | 580 | 232 |
| Junio | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 102 | 510 | 204 |
| Julio | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 75 | 375 | 150 |
| Agosto | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 73 | 365 | 146 |
| Septiembre | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 51 | 255 | 102 |
| Octubre | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 94 | 470 | 188 |
| Noviembre | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 79 | 395 | 158 |
| Diciembre | 166 | 127 | 1 | 5 | 2 | 57 | 285 | 114 |
| Anual | 1992 | 1524 | | | | 868 | 4340 | 1736 |

Cuadro 13. Salidas de residuos para el método de Espectrometría por Emisión de Chispa

| SALIDAS | | | | | | |
|------------|-----------|----------|---------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Stds | No. Chispazos | Vol Agua contaminado/mes (ml) | Vol Refrigerante contaminado/mes (ml) | W Lijas gastadas/mes (gr) |
| Enero | 26 | 26 | 156 | 200 | 6333 | 150 |
| Febrero | 55 | 55 | 330 | 200 | 6333 | 150 |
| Marzo | 86 | 86 | 516 | 200 | 6333 | 150 |
| Abril | 54 | 54 | 324 | 200 | 6333 | 150 |
| Mayo | 116 | 116 | 696 | 200 | 6333 | 150 |
| Junio | 102 | 102 | 612 | 200 | 6333 | 150 |
| Julio | 75 | 75 | 450 | 200 | 6333 | 150 |
| Agosto | 73 | 73 | 438 | 200 | 6333 | 150 |
| Septiembre | 51 | 51 | 306 | 200 | 6333 | 150 |
| Octubre | 94 | 94 | 564 | 200 | 6333 | 150 |
| Noviembre | 79 | 79 | 474 | 200 | 6333 | 150 |
| Diciembre | 57 | 57 | 342 | 200 | 6333 | 150 |
| Anual | 868 | 868 | 5208 | 2400 | 75996 | 1800 |

Cuadro 14. Salidas de residuos para el método de Espectrometría por Emisión de Chispa

| SALIDAS | | | | | | |
|----------------|--|---|--------------------------------------|--|---|-------------------------------|
| Mes | W Disco gastado/ mes (gr) | Vol Etanol/ mes (ml) | Vol Acetona/ mes (ml) | W Papel Contaminado /mes (gr) | Rebaba excedente/ mes (gr) | Emisiones de polvo |
| Enero | 50 | 26 | 130 | 52 | 4000 | Part. metálicas |
| Febrero | 50 | 55 | 275 | 110 | 4000 | Part. metálicas |
| Marzo | 50 | 86 | 430 | 172 | 4000 | Part. metálicas |
| Abril | 50 | 54 | 270 | 108 | 4000 | Part. metálicas |
| Mayo | 50 | 116 | 580 | 232 | 4000 | Part. metálicas |
| Junio | 50 | 102 | 510 | 204 | 4000 | Part. metálicas |
| Julio | 50 | 75 | 375 | 150 | 4000 | Part. metálicas |
| Agosto | 50 | 73 | 365 | 146 | 4000 | Part. metálicas |
| Septiembre | 50 | 51 | 255 | 102 | 4000 | Part. metálicas |
| Octubre | 50 | 94 | 470 | 188 | 4000 | Part. metálicas |
| Noviembre | 50 | 79 | 395 | 158 | 4000 | Part. metálicas |
| Diciembre | 50 | 57 | 285 | 114 | 4000 | Part. metálicas |
| Anual | 600 | 868 | 4340 | 1736 | 48000 | |

VI.2 DATOS DE ANÁLISIS DE LAS ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE CARBONO TOTAL Y AZUFRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE COMBUSTIÓN

VI.2.1. Proceso de análisis de Carbono Total y Azufre por el método Gravimétrico de Combustión

En la Figura 10 se presenta un diagrama de flujo del Método Gravimétrico de combustión que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

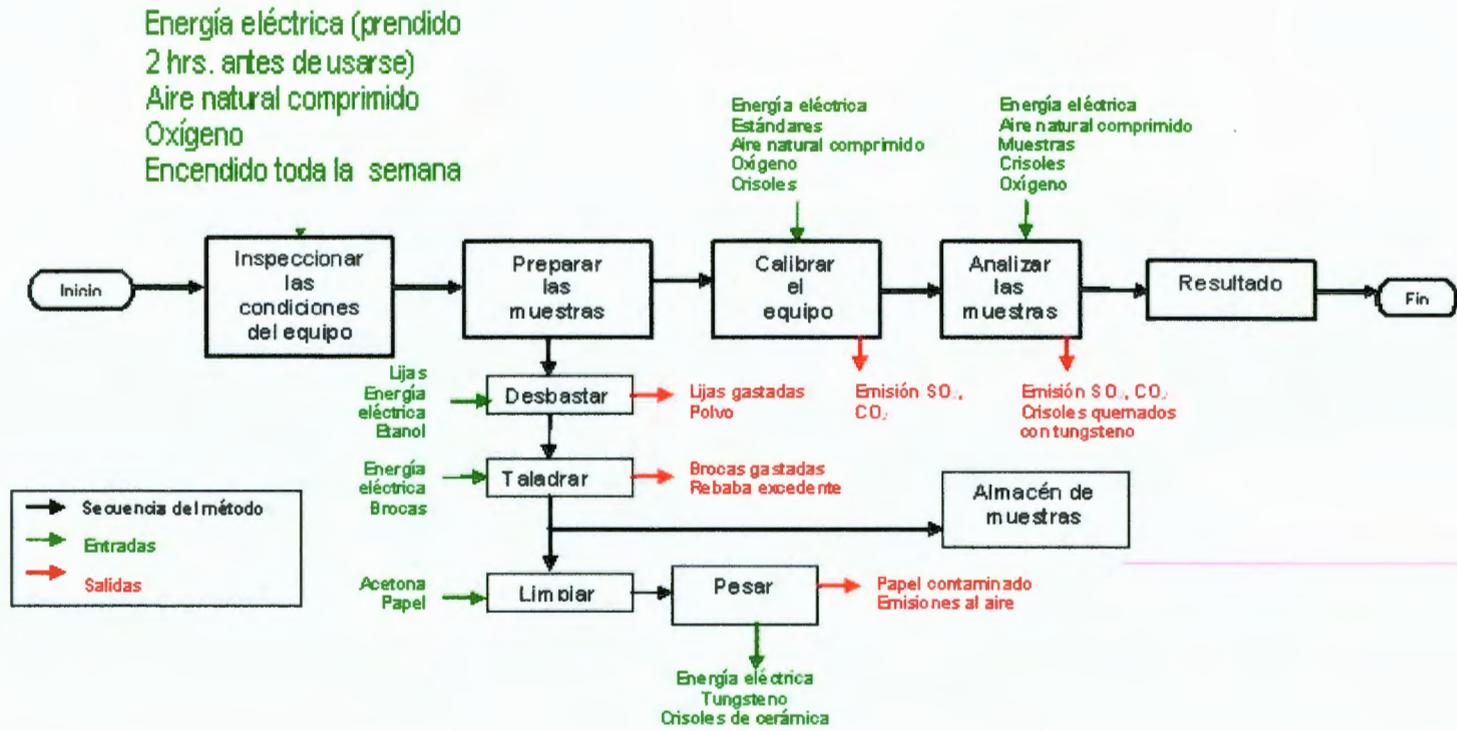


Figura 10. Diagrama de flujo del método Gravimétrico de Combustión que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

VI.2.2. Demanda real 2004 de los servicios por el método Gravimétrico de Combustión

En el Cuadro 15 se observa que por este método se hicieron 237 servicios y se observa que tuvo su mayor demanda en los meses de febrero y marzo.

Cuadro 15. Número de servicios dados por el método Gravimétrico de Combustión en los meses del 2004

| Mes | No. de Servicios/Mes |
|------------|-----------------------------|
| Enero | 5 |
| Febrero | 44 |
| Marzo | 42 |
| Abril | 34 |
| Mayo | 23 |
| Junio | 20 |
| Julio | 9 |
| Agosto | 1 |
| Septiembre | 14 |
| Octubre | 21 |
| Noviembre | 18 |
| Diciembre | 6 |
| Anual | 237 |

El Cuadro 16, muestra que la mayoría de muestras analizadas por este método consiste en níquel y acero, otras muestras se analizan con poca frecuencia.

Cuadro 16. Materiales analizados por el método Gravimétrico de Combustión durante el 2004.

| Material | No. De Servicios | Porcentaje |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| Níquel | 149 | 63% |
| Acero | 55 | 23% |
| Soldadura | 11 | 5% |
| Ferroaleación | 9 | 4% |
| Fundición | 7 | 3% |
| Polvo | 2 | 1% |
| Dolomita | 1 | 0% |
| Hierro | 1 | 0% |
| Bronce | 1 | 0% |
| Barita | 1 | 0% |
| Total | 237 | 100% |

VI.2.3. Estimación del consumo de energía eléctrica por el método Gravimétrico de Combustión

A continuación se muestra un análisis del consumo de energía eléctrica por el método Gravimétrico. Este análisis se hizo con la finalidad de determinar cual es el gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones y para conocer cuales fueron las tarifas correspondientes a este método de acuerdo al 2004.

También se busco obtener los puntos del proceso en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados.

En el Cuadro 17, se muestra que este método utiliza 5 equipos, el tiempo en segundos que son utilizados para procesar las muestras o para hacer las lecturas y el gasto de energía eléctrica en Wh.

Cuadro 17. Consumo de energía eléctrica por el método Gravimétrico de Combustión en el 2004

| MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE COMBUSTIÓN | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| Equipo | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (VA) | Tiempo (s) | Gasto (Wh) |
| Equipo de lectura (Standby) | 230 | 4 | 920 | 3600 | 920 |
| Equipo de lectura (Operación) | 230 | 12 | 2760 | 60 | 46 |
| Balanza | 220 | 10 | 2200 | 120 | 73.33 |
| Desbastadora | 115 | 10.8 | 1242 | 180 | 62.1 |
| Taladro | 240 | 3.5 | 840 | 420 | 98 |
| Horno | 220 | 18.3 | 4400 | 1800 | 2200 |

El Cuadro 18, muestra los gastos de energía correspondientes al método de combustión durante el año 2004, se considero que este equipo se prende 2 hrs antes de hacer las lecturas, así como los gastos de los equipos que son utilizados para este método en la preparación de muestras (balanza, desbastadora, taladro y horno).

Cuadro 18. Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método Gravimétrico de Combustión en el 2004

| Mes | No. Mtras | Gasto Total/Mes (kWh/Mes) | kWh Facturados Por CIDESI/Mes |
|------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| Enero | 5 | 12.52 | 42,000 |
| Febrero | 44 | 110.21 | 41,352 |
| Marzo | 42 | 105.20 | 49,927 |
| Abril | 34 | 85.16 | 47,688 |
| Mayo | 23 | 57.61 | 53,640 |
| Junio | 20 | 50.10 | 53,976 |
| Julio | 9 | 22.54 | 55,986 |
| Agosto | 1 | 2.50 | 54,288 |
| Septiembre | 14 | 35.07 | 50,640 |
| Octubre | 21 | 52.60 | 53,304 |
| Noviembre | 18 | 45.09 | 49,968 |
| Diciembre | 6 | 15.03 | 42,696 |
| Anual | 237 | 593.63 | 595,465 |

VI.2.4. Consumo de Oxígeno (O₂) correspondiente al método Gravimétrico de Combustión en el 2004

Se presenta el cuadro correspondiente al gasto aproximado de oxígeno (O₂) por este método durante el 2004 en base a los datos del manual de operación del equipo y a la información proporcionada por el personal del laboratorio.

El Cuadro 19, muestra el gasto de O₂ para este equipo, se tomaron en cuenta el número de quemas por muestra y las condiciones de operación establecidas en el manual del equipo que se muestran en el Cuadro 20. El equipo cuenta con un tanque de aire comprimido desde hace 2 años, ya que sólo se utiliza para el sistema hidráulico.

Cuadro 19. Datos utilizados para calcular el consumo de O₂ por el método Gravimétrico de Combustión.

| Mes | No. mtra | No. Quemadas/mtra | No. Quemadas p/chequear condiciones/mtra | No. Quemadas/mes | Gasto de O ₂ (m ³ /análisis) | Gasto mensual de O ₂ (m ³) |
|------------|----------|-------------------|--|------------------|--|---|
| Enero | 5 | 2 | 1 | 15 | 0.003 | 0.045 |
| Febrero | 44 | 2 | 1 | 132 | 0.003 | 0.396 |
| Marzo | 42 | 2 | 1 | 126 | 0.003 | 0.378 |
| Abril | 34 | 2 | 1 | 102 | 0.003 | 0.306 |
| Mayo | 23 | 2 | 1 | 69 | 0.003 | 0.207 |
| Junio | 20 | 2 | 1 | 60 | 0.003 | 0.18 |
| Julio | 9 | 2 | 1 | 27 | 0.003 | 0.081 |
| Agosto | 1 | 2 | 1 | 3 | 0.003 | 0.009 |
| Septiembre | 14 | 2 | 1 | 42 | 0.003 | 0.126 |
| Octubre | 21 | 2 | 1 | 63 | 0.003 | 0.189 |
| Noviembre | 18 | 2 | 1 | 54 | 0.003 | 0.162 |
| Diciembre | 6 | 2 | 1 | 18 | 0.003 | 0.054 |
| Anual | | | | 711 | | 2.133 |

Cuadro 20. Condiciones de flujo de operación del equipo

| CONDICIONES DEL EQUIPO (MANUAL) | | |
|---|--------------|--------------------------------|
| Flujo de gas basado en el tiempo de análisis | | |
| Quema | 3 L/análisis | 0.003 m ³ /análisis |
| P neumática | 1 L/análisis | 0.001 m ³ /análisis |

VI.2.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método Gravimétrico de Combustión

La cuantificación se hizo en base a los procesos unitarios del método de Combustión que se presentaron anteriormente en el diagrama de flujo, el objetivo de este análisis fue conocer el proceso de transformación que sufren las materias primas y contar con una estimación de la cantidad de residuos que produjo este método el en 2004, y con ello establecer un plan de manejo y control de los mismos tomando las debidas medidas de seguridad.

Para obtener la muestra se utilizan brocas y lijas, que son las mismas para todas las muestras. Los Cuadros 21 y 22, muestran las entradas de materia prima para poder llevar a cabo los análisis por el método Gravimétrico de Combustión.

Cuadro 21. Entradas de materia prima para el método Gravimétrico de Combustión

| ENTRADAS | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|-----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Quemadas por mtra | No. Quemadas p/chechar condiciones por mtra | No. Quemadas por mes | W de mtra por quema (gr) | W std por quema (gr) | W tungsteno por quema (gr) | W crisol por quema (gr) | Vol. Etanol por mtra (ml) | Vol. Acetona por mtra (ml) | W papel (sanita) por mtra (gr) |
| Enero | 5 | 2 | 1 | 15 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Febrero | 44 | 2 | 1 | 132 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Marzo | 42 | 2 | 1 | 126 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Abril | 34 | 2 | 1 | 102 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Mayo | 23 | 2 | 1 | 69 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Junio | 20 | 2 | 1 | 60 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Julio | 9 | 2 | 1 | 27 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Agosto | 1 | 2 | 1 | 3 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Septiembre | 14 | 2 | 1 | 42 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Octubre | 21 | 2 | 1 | 63 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Noviembre | 18 | 2 | 1 | 54 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Diciembre | 6 | 2 | 1 | 18 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 21 | 1 | 5 | 2 |
| Anual | 237 | 24 | 12 | 711 | | | | | | | |

Cuadro 22. Entradas de materia prima para el método Gravimétrico de Combustión

| ENTRADAS | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| Mes | W lija/mes (gr) | W brocas/mes (gr) | W mtra quemado/mes (gr) | W std quemado/mes (gr) | W tungsteno quemado/mes (gr) | W crisoles/mes (gr) | Vol. Etanol/mes (ml) | Vol. Acetona/mes (ml) | W papel/mes (gr) |
| Enero | 166 | 33 | 5 | 2.5 | 22.5 | 315 | 5 | 25 | 10 |
| Febrero | 166 | 33 | 44 | 22 | 198 | 2772 | 44 | 220 | 88 |
| Marzo | 166 | 33 | 42 | 21 | 189 | 2646 | 42 | 210 | 84 |
| Abril | 166 | 33 | 34 | 17 | 153 | 2142 | 34 | 170 | 68 |
| Mayo | 166 | 33 | 23 | 11.5 | 103.5 | 1449 | 23 | 115 | 46 |
| Junio | 166 | 33 | 20 | 10 | 90 | 1260 | 20 | 100 | 40 |
| Julio | 166 | 33 | 9 | 4.5 | 40.5 | 567 | 9 | 45 | 18 |
| Agosto | 166 | 33 | 1 | 0.5 | 4.5 | 63 | 1 | 5 | 2 |
| Septiembre | 166 | 33 | 14 | 7 | 63 | 882 | 14 | 70 | 28 |
| Octubre | 166 | 33 | 21 | 10.5 | 94.5 | 1323 | 21 | 105 | 42 |
| Noviembre | 166 | 33 | 18 | 9 | 81 | 1134 | 18 | 90 | 36 |
| Diciembre | 166 | 33 | 6 | 3 | 27 | 378 | 6 | 30 | 12 |
| Anual | 1992 | 396 | 237 | 118.5 | 1066.5 | 14931 | 237 | 1185 | 474 |

Los Cuadros 23 y 24, muestran que se producen residuos sólidos y emisiones al aire, en este método no se generan desechos líquidos.

Cuadro 23. Salidas de residuos para el método Gravimétrico de Combustión

| SALIDAS | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------------------|---|-------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Mes | H.o. Mtra | H.o. Quemadas/ntra | H.o. Quemadas p/chequear condiciones/ntra | H.o. Quemadas/mes | W crisol quemado (gr) | W lijas gastadas/mes (gr) | W brocas gastadas/mes (gr) | W crisoles quemados/mes (gr) |
| Enero | 5 | 2 | 1 | 15 | 21 | 150 | 30 | 315 |
| Febrero | 44 | 2 | 1 | 132 | 21 | 150 | 30 | 2772 |
| Marzo | 42 | 2 | 1 | 126 | 21 | 150 | 30 | 2646 |
| Abril | 34 | 2 | 1 | 102 | 21 | 150 | 30 | 2142 |
| Mayo | 23 | 2 | 1 | 69 | 21 | 150 | 30 | 1449 |
| Junio | 20 | 2 | 1 | 60 | 21 | 150 | 30 | 1260 |
| Julio | 9 | 2 | 1 | 27 | 21 | 150 | 30 | 567 |
| Agosto | 1 | 2 | 1 | 3 | 21 | 150 | 30 | 63 |
| Septiembre | 14 | 2 | 1 | 42 | 21 | 150 | 30 | 882 |
| Octubre | 21 | 2 | 1 | 63 | 21 | 150 | 30 | 1323 |
| Noviembre | 18 | 2 | 1 | 54 | 21 | 150 | 30 | 1134 |
| Diciembre | 6 | 2 | 1 | 18 | 21 | 150 | 30 | 378 |
| Anual | 237 | 24 | 12 | 711 | | 1800 | 360 | 14931 |

Cuadro 24. Salidas de residuos para el método Gravimétrico de Combustión

| SALIDAS | | | | | | | |
|------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| Mes | Vol. Etanol/mes vap. (ml) | Vol. Acetona/mes vap. (ml) | W Papel contaminado/mes (gr) | Emisión CO ₂ | Emisión SO ₂ | Rebaba Excedente (gr) | Emisiones de polvo |
| Enero | 5 | 25 | 10 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Febrero | 44 | 220 | 88 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Marzo | 42 | 210 | 84 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Abril | 34 | 170 | 68 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Mayo | 23 | 115 | 46 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Junio | 20 | 100 | 40 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Julio | 9 | 45 | 18 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Agosto | 1 | 5 | 2 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Septiembre | 14 | 70 | 28 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Octubre | 21 | 105 | 42 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Noviembre | 18 | 90 | 36 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Diciembre | 6 | 30 | 12 | Existe | Existe | 4000 | Part. Metálicas |
| Anual | 237 | 1185 | 474 | | | 48000 | |

VI.3 DATOS DE ANÁLISIS DE LAS ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS SEMI-CUANTITATIVO DE MATERIALES MEDIANTE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

VI.3.1. Proceso de análisis Semi-cuantitativo de materiales mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X

En la Figura 11 se presenta un diagrama de flujo del Método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

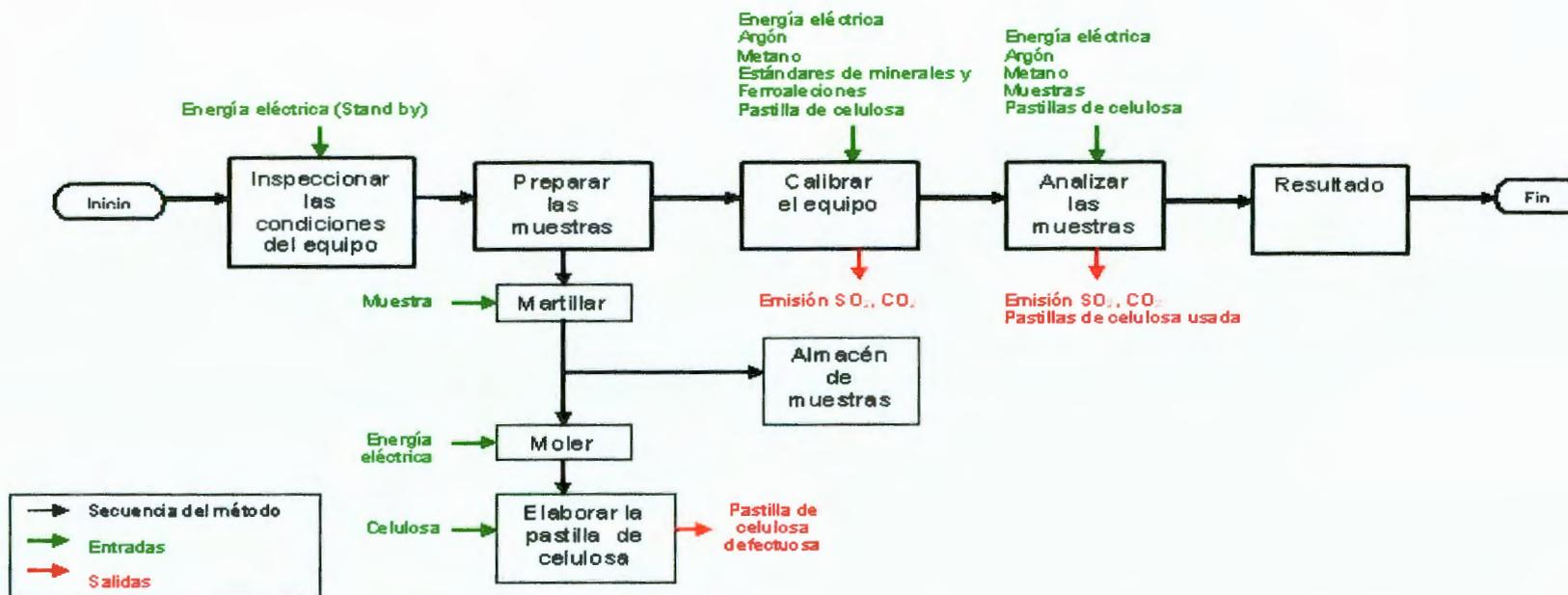


Figura 11. Diagrama de flujo del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

VI.3.2. Demanda real 2004 de los servicios por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X

En el Cuadro 25, se observa que por este método se hicieron 128 servicios. El mayor número de servicios se realizó en el mes de noviembre, mientras que en mes de diciembre no se requirió ningún servicio.

Cuadro 25. Número de servicios dados por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en los meses del 2004

| Mes | No. de Servicios/Mes |
|------------|-----------------------------|
| Enero | 5 |
| Febrero | 9 |
| Marzo | 16 |
| Abril | 11 |
| Mayo | 9 |
| Junio | 15 |
| Julio | 5 |
| Agosto | 9 |
| Septiembre | 6 |
| Octubre | 17 |
| Noviembre | 26 |
| Diciembre | 0 |
| Anual | 128 |

El Cuadro 26, muestra que la mayoría de muestras analizadas por este método consiste en acero, ferroaleaciones y minerales. Se hicieron 33 servicios de análisis de acero, 29 servicios de análisis de ferroaleaciones y 23 servicios para análisis de minerales.

Cuadro 26. Materiales analizados por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X durante el 2004.

| Material | No. de Servicios | Porcentaje |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| Acero | 33 | 26% |
| Ferroaleación | 29 | 23% |
| Mineral | 23 | 18% |
| Cobre | 10 | 8% |
| Mat. desconocido | 5 | 4% |
| Pigmentos | 4 | 3% |
| Aluminio | 3 | 2% |
| Material Met. | 2 | 2% |
| Estaño | 2 | 2% |
| Soldadura | 2 | 2% |
| Calcifer | 2 | 2% |
| Inoculoy | 2 | 2% |
| Pirita | 2 | 2% |
| Dolomita | 1 | 1% |
| Base niquel | 1 | 1% |
| Cromo | 1 | 1% |
| Aditivo | 1 | 1% |
| Óxidos | 1 | 1% |
| Hastalloy | 1 | 1% |
| Fibra de vidrio | 1 | 1% |
| Refractario | 1 | 1% |
| Ventonita | 1 | 1% |
| Total | 128 | 100% |

VI.3.3. Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X

A continuación se muestra un análisis del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X. Este análisis se hizo con la finalidad de determinar cual es el gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones y para conocer cuales fueron las tarifas correspondientes a este método de acuerdo al 2004.

También se buscó obtener los puntos del proceso en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados.

En el Cuadro 27, se muestra que este método utiliza 3 equipos, el tiempo en segundos que son utilizados para procesar las muestras o para hacer las lecturas y el gasto de energía eléctrica en watt-hora (Wh).

Cuadro 27. Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en el 2004

| MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Equipo | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (VA) | Tiempo (s) | Gasto (Wh) |
| Equipo de lectura (Operación) | 230 | 49.56 | 11400 | 1800 | 5700 |
| Equipo de lectura (Stand by) | 230 | 36.5 | 8400 | 3600 | 8400 |
| Molino | 110 | 6.3 | 693 | 300 | 300 |
| Balanza | 220 | 10 | 2200 | 120 | 120 |

El Cuadro 28, muestra los gastos de energía y las tarifas correspondientes al método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X, este método es el que utiliza menos equipos para la preparación de muestras (balanza y molino), sin

embargo el equipo de rayos X se mantuvo en Stand by por lo que fue el método con el mayor gasto energía.

Cuadro 28. Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en el 2004

| Mes | Mtras | Gasto Total/Mes (kWh/Mes) | kWh Facturados por CIDESI/Mes |
|------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Enero | 5 | 6,162.66 | 42,000 |
| Febrero | 9 | 6,254.38 | 41,352 |
| Marzo | 16 | 6,414.90 | 49,927 |
| Abril | 11 | 6,300.24 | 47,688 |
| Mayo | 9 | 6,254.38 | 53,640 |
| Junio | 15 | 6,391.97 | 53,976 |
| Julio | 5 | 6,162.66 | 55,986 |
| Agosto | 9 | 6,254.38 | 54,288 |
| Septiembre | 6 | 6,185.59 | 50,640 |
| Octubre | 17 | 6,437.83 | 53,304 |
| Noviembre | 26 | 6,644.21 | 49,968 |
| Diciembre | 0 | 6,048.00 | 42,696 |
| Anual | 128 | 75,511.17 | 595,465 |

VI.3.4. Consumo de Mezcla P-10 (mezcla de Argón y Metano) correspondiente al método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X en el 2004

Este gas se utiliza para el análisis de las muestra para mantener la atmósfera inerte y se gasta aproximadamente 1 tanque de 6 kg al año.

VI.3.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X

La cuantificación de entradas y salidas para este método fue la más sencilla debido a que es el que utiliza menos materias primas para llevar a cabo sus análisis, por lo

tanto, es el método más limpio al tener la menor cantidad de residuos producidos el en 2004.

El Cuadro 29, muestra que para obtener la muestra en este método no se requieren lijas, brocas o discos. Y junto con el Cuadro 30 muestran que el método de rayos X es de los más limpios que utiliza el laboratorio, ya que su único insumo y desecho son las pastillas de celulosa con 0.2 gr de metales que son degradables.

Cuadro 29. Estradas de materia prima para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X.

| ENTRADAS | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|----------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Stds | No. Pastillas Mtras | No. Pastillas Stds | W Mtra/ pastilla (gr) | W Std/ pastilla (gr) | W Celulosa/ pastilla (gr) | W Mtra/ mes (gr) | W Std/ mes (gr) | W Celulosa/ mes (gr) |
| Enero | 5 | 5 | 15 | 5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 3 | 1 | 10 |
| Febrero | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 |
| Marzo | 16 | 16 | 64 | 16 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 12.8 | 3.2 | 40 |
| Abril | 11 | 11 | 44 | 11 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 8.8 | 2.2 | 27.5 |
| Mayo | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 |
| Junio | 15 | 15 | 60 | 15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 12 | 3 | 37.5 |
| Julio | 5 | 5 | 20 | 5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 4 | 1 | 12.5 |
| Agosto | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 |
| Septiembre | 6 | 6 | 24 | 6 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 4.8 | 1.2 | 15 |
| Octubre | 17 | 17 | 68 | 17 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 13.6 | 3.4 | 42.5 |
| Noviembre | 26 | 26 | 104 | 26 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 20.8 | 5.2 | 65 |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 |
| Anual | 128 | 128 | 507 | 128 | | | | 101.4 | 25.6 | 317.5 |

Cuadro 30. Salidas de residuos para el método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X.

| SALIDAS | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|----------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------------|--|
| Mes | No. Mtras | No. Stds | No. Pastillas Mtras | No. Pastillas Stds | W Mtra/ pastilla (gr) | W Std/ pastilla (gr) | W Celulosa/ pastilla (gr) | W Mtra/ mes (gr) | W Std/ mes (gr) | W Celulosa/ mes (gr) | Emisiones de CO ₂ y SO ₂ |
| Enero | 5 | 5 | 15 | 5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 3 | 1 | 10 | Existe |
| Febrero | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 | Existe |
| Marzo | 16 | 16 | 64 | 16 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 12.8 | 3.2 | 40 | Existe |
| Abril | 11 | 11 | 44 | 11 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 8.8 | 2.2 | 27.5 | Existe |
| Mayo | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 | Existe |
| Junio | 15 | 15 | 60 | 15 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 12 | 3 | 37.5 | Existe |
| Julio | 5 | 5 | 20 | 5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 4 | 1 | 12.5 | Existe |
| Agosto | 9 | 9 | 36 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 7.2 | 1.8 | 22.5 | Existe |
| Septiembre | 6 | 6 | 24 | 6 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 4.8 | 1.2 | 15 | Existe |
| Octubre | 17 | 17 | 68 | 17 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 13.6 | 3.4 | 42.5 | Existe |
| Noviembre | 26 | 26 | 104 | 26 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 20.8 | 5.2 | 65 | Existe |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | Existe |
| Anual | 128 | 128 | 507 | 128 | | | | 101.4 | 25.6 | 317.5 | Existe |

VI. 4 DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE METALES Y ALEACIONES METÁLICAS POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

VI. 4.1. Descripción del proceso de análisis de metales y aleaciones metálicas por Espectrometría de Absorción Atómica

En la Figura 12 se presenta un diagrama de flujo del Método de Espectrometría de Absorción Atómica que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

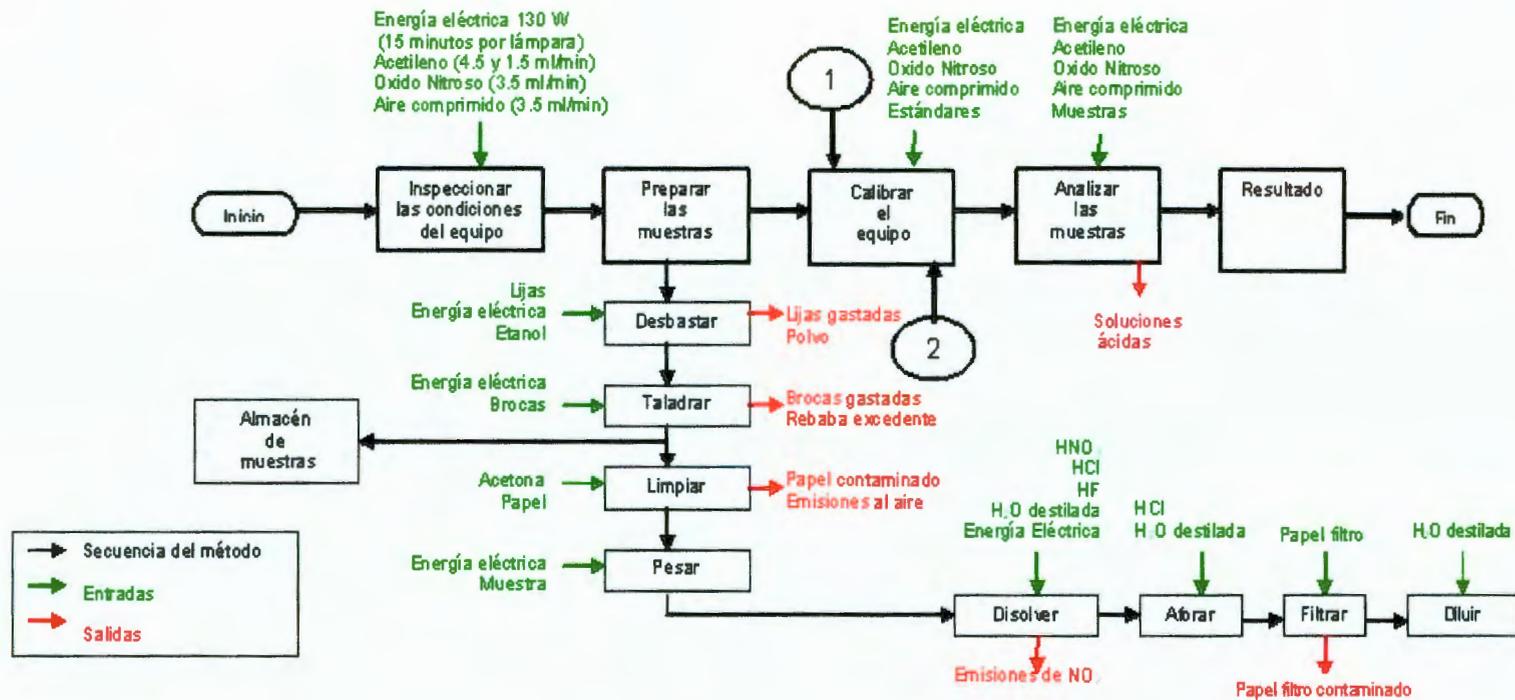


Figura 12. Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Absorción Atómica que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

Proceso de preparación de la curva de calibración

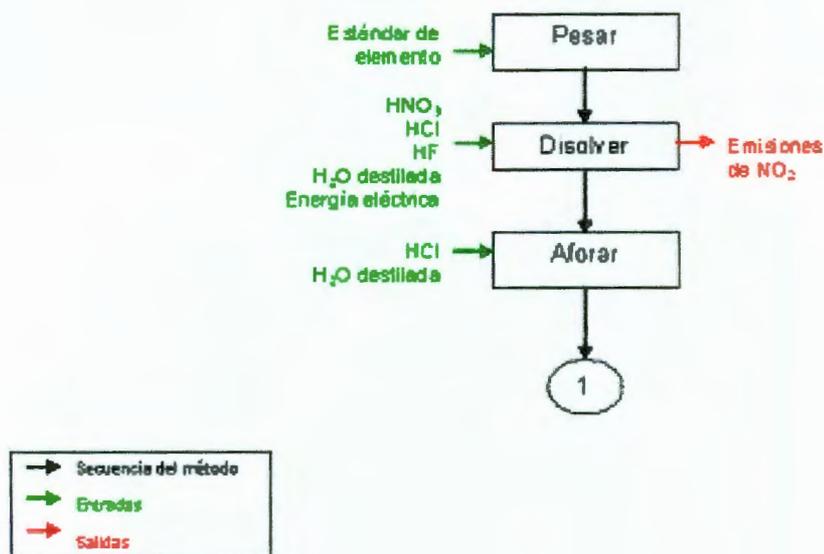


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Espectrometría de Absorción Atómica.

Proceso de preparación del blanco

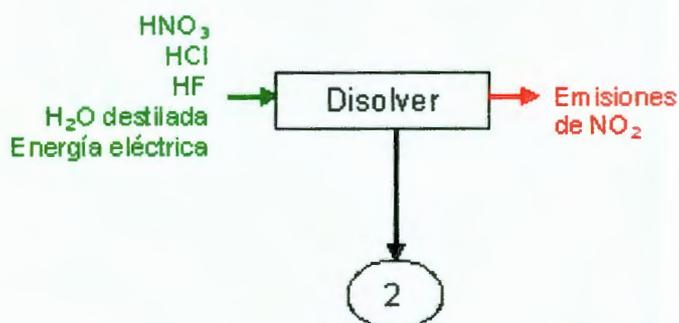


Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de preparación del blanco para el método de Espectrometría de Absorción Atómica.

VI.4.2. Demanda en el 2004 de servicios por el método de Espectrometría de Absorción Atómica.

En el Cuadro 31, se observa que por este método se hicieron 113 servicios, el número de servicios dados por este método es muy bajo durante la mayoría de los meses. El mayor número de servicios se realizó en el mes de agosto, aunque no existe alguna razón en especial para este incremento.

Cuadro 31. Número de servicios dados por el método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004

| Mes | No. de Servicios/Mes |
|------------|-----------------------------|
| Enero | 3 |
| Febrero | 2 |
| Marzo | 8 |
| Abril | 5 |
| Mayo | 6 |
| Junio | 6 |
| Julio | 7 |
| Agosto | 24 |
| Septiembre | 18 |
| Octubre | 8 |
| Noviembre | 13 |
| Diciembre | 13 |
| Anual | 113 |

Y el Cuadro 32, muestra que la mayoría de muestras analizadas por este método son aceros.

Cuadro 32. Materiales analizados por el método de Espectrometría de Absorción Atómica durante el 2004.

| Material | No. de Servicios | Porcentaje |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| Acero | 29 | 26% |
| Polvos | 19 | 17% |
| Soluciones | 17 | 15% |
| Agua | 9 | 8% |
| Zamak No. 2 | 8 | 7% |
| Cobre | 4 | 4% |
| Fundiciones | 4 | 4% |
| Estaño | 4 | 4% |
| Soldaduras | 3 | 3% |
| Zinc | 3 | 3% |
| Latón | 3 | 3% |
| Aluminio | 2 | 2% |
| Bronce | 2 | 2% |
| Níquel | 2 | 2% |
| Otros | 4 | 4% |
| Total | 113 | 100 |

VI.4.3. Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Absorción Atómica

A continuación se muestra un análisis del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Absorción Atómica. Este análisis se hizo con la finalidad de determinar cual es el gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones y para conocer cuales fueron las tarifas correspondientes a este método de acuerdo al 2004.

Se revisaron los puntos del proceso en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados. En el Cuadro 33, se muestra que el método de Espectrometría de Absorción Atómica utiliza 7 equipos, el tiempo en segundos que son utilizados para procesar las muestras o para hacer las lecturas y el gasto de energía eléctrica en Wh.

Cuadro 33. Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004

| MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Equipo | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (VA) | Tiempo (s) | Gasto (Wh) |
| Equipo de lectura (Operación) | 220 | 0.6 | 130 | 900 | 32.5 |
| Equipo de lectura (Stand by) | 220 | 16 | 3500 | 30 | 29.16 |
| Extractor | 120 | 0.23 | 28 | 30 | 0.23 |
| Campana de extracción | 220 | 7.4 | 1628 | 1050 | 474.83 |
| Plato caliente | 120 | 13.7 | 1650 | 1050 | 481.25 |
| Balanza | 220 | 10 | 2200 | 120 | 73.33 |
| Desbastadora | 115 | 10.8 | 1242 | 180 | 62.1 |
| Taladro | 240 | 3.5 | 840 | 420 | 98 |

El Cuadro 34, muestra los gastos de energía durante el 2004, este es uno de los métodos que más equipos utilizan en la preparación de muestras (desbastadora, taladro, balanza, campana de extracción y plato caliente), sin embargo tiene gastos de energía y tarifas bajos por que tuvo poca demanda durante ese año.

Cuadro 34. Consumo de kilowattas-hora correspondiente al método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004

| Mes | Mtras | Gasto Total/Mes (kWh/Mes) | kWh Facturados Por CIDESI/Mes |
|------------|--------------|--------------------------------------|--|
| Enero | 3 | 6.62 | 42,000 |
| Febrero | 2 | 6.26 | 41,352 |
| Marzo | 8 | 14.93 | 49,927 |
| Abril | 5 | 10.60 | 47,688 |
| Mayo | 6 | 11.28 | 53,640 |
| Junio | 6 | 12.59 | 53,976 |
| Julio | 7 | 10.99 | 55,986 |
| Agosto | 24 | 37.29 | 54,288 |
| Septiembre | 18 | 28.29 | 50,640 |
| Octubre | 8 | 17.22 | 53,304 |
| Noviembre | 13 | 19.98 | 49,968 |
| Diciembre | 13 | 26.18 | 42,696 |
| Anual | 113 | 202.23 | 595,465 |

VI.4.4. Consumo de Acetileno (C₂H₂) y Óxido Nitroso (N₂O) correspondiente al método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004

Se presentan el Cuadro 35, correspondiente al gasto aproximado de acetileno (C₂H₂) y oxígeno (O₂) por este método durante el 2004 en base a los datos del manual de operación del equipo y a la información proporcionada por el personal del laboratorio.

Cuadro 35. Datos utilizados para calcular el consumo de (C₂H₂) y (N₂O) por el método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004.

| Mes | Mtras | No. Lecturas/elem | No. Elementos | No. Lecturas totales/mes | Gasto de C ₂ H ₂ /lectura (L./min) | Tpo. de Lectura (min) | Gasto mensual de C ₂ H ₂ Eq. operación (L./mes) | Gasto de H ₂ O/lectura (L./min) | Tpo. de Lectura (min) | Gasto mensual de H ₂ O Eq. operación (L./mes) |
|------------|-------|-------------------|---------------|--------------------------|--|-----------------------|---|--|-----------------------|--|
| Enero | 3 | 10 | 8 | 80 | 1.5 | 0.5 | 60 | 3.5 | 0.5 | 140 |
| Febrero | 2 | 10 | 11 | 110 | 1.5 | 0.5 | 82.5 | 3.5 | 0.5 | 192.5 |
| Marzo | 8 | 10 | 13 | 130 | 1.5 | 0.5 | 97.5 | 3.5 | 0.5 | 227.5 |
| Abril | 5 | 10 | 12 | 120 | 1.5 | 0.5 | 90 | 3.5 | 0.5 | 210 |
| Mayo | 6 | 10 | 10 | 100 | 1.5 | 0.5 | 75 | 3.5 | 0.5 | 175 |
| Junio | 6 | 10 | 14 | 140 | 1.5 | 0.5 | 105 | 3.5 | 0.5 | 245 |
| Julio | 7 | 10 | 5 | 50 | 1.5 | 0.5 | 37.5 | 3.5 | 0.5 | 87.5 |
| Agosto | 24 | 10 | 16 | 160 | 1.5 | 0.5 | 120 | 3.5 | 0.5 | 280 |
| Septiembre | 18 | 10 | 13 | 130 | 1.5 | 0.5 | 97.5 | 3.5 | 0.5 | 227.5 |
| Octubre | 8 | 10 | 20 | 200 | 1.5 | 0.5 | 150 | 3.5 | 0.5 | 350 |
| Noviembre | 13 | 10 | 8 | 80 | 1.5 | 0.5 | 60 | 3.5 | 0.5 | 140 |
| Diciembre | 13 | 10 | 27 | 270 | 1.5 | 0.5 | 202.5 | 3.5 | 0.5 | 472.5 |
| Anual | | | | | | | 1177.5 | | | 2747.5 |

Los cálculos que se presentan en el Cuadro 36, se hicieron calculando todas las muestras para ambas mezclas de gases aunque la más utilizada es Aire-Acetileno, y las condiciones del equipo registradas en el manual de operación que aparecen en el Cuadro 36, por lo tanto, son gastos aproximados. El personal informo que se gastan aproximadamente 2 tanques de N_2O de 4 kg y 3 tanques de C_2H_2 de 4 kg al año. También se considero el número de lecturas totales de estándares y replicas de las muestras.

Cuadro 36. Condiciones de flujo de operación del equipo

| CONDICIONES DEL EQUIPO (MANUAL) | | |
|---------------------------------|----------------|------------------|
| Gas | Flujo (ml/min) | |
| Oxido nitroso (N_2O) | 3,5 | |
| Acetileno (C_2H_2) | 4,5 | |
| Aire | 3,5 | mezcla más usada |
| Acetileno (C_2H_2) | 1,5 | |

VI.4.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría de Absorción Atómica

Este método es uno de los más largos porque requiere de una curva de calibración y la preparación de las muestras es más complicada, se requieren más reactivos químicos y las entradas y salidas se incrementan. Pero tratándose de las cantidades de entradas y salidas que se producen en comparación con otros métodos depende del número de servicios que se dieron en el año.

Para obtener la muestra se utilizan brocas y lijas, que son las mismas para todas las muestras. Los Cuadros 37 y 38, muestran que este método requiere de un mayor volumen de agua destilada y ácidos, que son utilizados para diluir las muestras por medio de ataque ácido y para preparar los estándares necesarios para la curva de calibración.

Cuadro 37. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Absorción Atómica

| ENTRADAS | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------------|-----------|----------|--------------------|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Replicas | No. Elems | No. Stds | W de ntra/sol (gr) | W std/sol (gr) | Vol. Etanol/ntra (ml) | Vol. Acetona/ntra (ml) | W papel (sanita)/ntra (gr) | Vol. Agua gastado/sol (ml) | Vol. HNO ₃ /sol (ml) | Vol. HCl/sol (ml) | W papel filtro/sol (gr) |
| Enero | 3 | 3 | 8 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Febrero | 2 | 3 | 11 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Marzo | 8 | 3 | 13 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Abril | 5 | 3 | 12 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Mayo | 6 | 3 | 10 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Junio | 6 | 3 | 14 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Julio | 7 | 3 | 5 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Agosto | 24 | 3 | 16 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Septiembre | 18 | 3 | 13 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Octubre | 8 | 3 | 20 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Noviembre | 13 | 3 | 8 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Diciembre | 13 | 3 | 27 | 3 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 7 | 5 | 1 |
| Anual | 113 | 36 | 157 | 36 | | | | | | | | | |

Cuadro 38. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Absorción Atómica

| ENTRADAS | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|-------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Mes | W ntra/mes (gr) | W std/mes (gr) | Vol. Etanol/mes (ml) | Vol. Acetona/mes (ml) | W papel (sanita)/mes (gr) | W lija s/mes (gr) | W brocas/mes (gr) | Vol. Agua gastado/mes (ml) | Vol. H ₂ O ₂ /mes (ml) | Vol. HCl/mes (ml) | Vol. HF/mes (ml) | W papel filtro/mes (gr) |
| Enero | 72 | curva | 3 | 15 | 6 | 166 | 33 | 2904 | 231 | 165 | 20 | 9 |
| Febrero | 66 | curva | 2 | 10 | 4 | 166 | 33 | 3432 | 273 | 195 | 20 | 6 |
| Marzo | 312 | curva | 8 | 40 | 16 | 166 | 33 | 5544 | 441 | 315 | 20 | 24 |
| Abril | 180 | curva | 5 | 25 | 10 | 166 | 33 | 4488 | 357 | 255 | 20 | 15 |
| Mayo | 180 | curva | 6 | 30 | 12 | 166 | 33 | 4224 | 336 | 240 | 20 | 18 |
| Junio | 252 | curva | 6 | 30 | 12 | 166 | 33 | 5280 | 420 | 300 | 20 | 18 |
| Julio | 105 | curva | 7 | 35 | 14 | 166 | 33 | 3168 | 252 | 180 | 20 | 21 |
| Agosto | 1152 | curva | 24 | 120 | 48 | 166 | 33 | 10560 | 840 | 600 | 20 | 72 |
| Septiembre | 702 | curva | 18 | 90 | 36 | 166 | 33 | 8184 | 651 | 465 | 20 | 54 |
| Octubre | 480 | curva | 8 | 40 | 16 | 166 | 33 | 7392 | 588 | 420 | 20 | 24 |
| Noviembre | 312 | curva | 13 | 65 | 26 | 166 | 33 | 5544 | 441 | 315 | 20 | 39 |
| Diciembre | 1053 | curva | 13 | 65 | 26 | 166 | 33 | 10560 | 840 | 600 | 20 | 39 |
| Anual | 4866 | | 113 | 565 | 226 | 1992 | 396 | 71280 | 5670 | 4050 | 240 | 339 |

Los Cuadros 39 y 40, muestran que las cantidades de los residuos producidos por este método no fueron muy grandes porque los servicios que se solicitaron durante el 2004 fueron pocos.

Cuadro 39. Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Absorción Atómica

| SALIDAS | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------------|-----------|----------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Replicas | No. Elems | No. Stds | Vol. Etanol/mtra (ml) vap. | Vol. Acetona/mtra (ml) vap. | W papel (sanita)/mtra (gr) | W papel filtro/sol (gr) |
| Enero | 3 | 3 | 8 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Febrero | 2 | 3 | 11 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Marzo | 8 | 3 | 13 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Abril | 5 | 3 | 12 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Mayo | 6 | 3 | 10 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Junio | 6 | 3 | 14 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Julio | 7 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Agosto | 24 | 3 | 16 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Septiembre | 18 | 3 | 13 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Octubre | 8 | 3 | 20 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Noviembre | 13 | 3 | 8 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Diciembre | 13 | 3 | 27 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| Total | 113 | 36 | 157 | 36 | | | | |

Cuadro 40. Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Absorción Atómica

| SALIDAS | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Mes | W lija/mes (gr) | W brocas/mes (gr) | Vol. Etanol/mes (ml) vap. | Vol. Acetona/mes (ml) vap. | W papel (sanita)/mes (gr) | W papel filtro metales (gr) | W papel filtro metales/mes (gr) | Vol. Total de sol. ácidos/mes (ml) | Rebaba excedente | Emissiones H ₂ O |
| Enero | 150 | 30 | 3 | 15 | 6 | 1.2 | 10.8 | 2904 | 4000 | Existe |
| Febrero | 150 | 30 | 2 | 10 | 4 | 1.2 | 7.2 | 3432 | 4000 | Existe |
| Marzo | 150 | 30 | 8 | 40 | 16 | 1.2 | 28.8 | 5544 | 4000 | Existe |
| Abril | 150 | 30 | 5 | 25 | 10 | 1.2 | 18 | 4488 | 4000 | Existe |
| Mayo | 150 | 30 | 6 | 30 | 12 | 1.2 | 21.6 | 4224 | 4000 | Existe |
| Junio | 150 | 30 | 6 | 30 | 12 | 1.2 | 21.6 | 5280 | 4000 | Existe |
| Julio | 150 | 30 | 7 | 35 | 14 | 1.2 | 25.2 | 3168 | 4000 | Existe |
| Agosto | 150 | 30 | 24 | 120 | 48 | 1.2 | 86.4 | 10560 | 4000 | Existe |
| Septiembre | 150 | 30 | 18 | 90 | 36 | 1.2 | 64.8 | 8184 | 4000 | Existe |
| Octubre | 150 | 30 | 8 | 40 | 16 | 1.2 | 28.8 | 7392 | 4000 | Existe |
| Noviembre | 150 | 30 | 13 | 65 | 26 | 1.2 | 46.8 | 5544 | 4000 | Existe |
| Diciembre | 150 | 30 | 13 | 65 | 26 | 1.2 | 46.8 | 10560 | 4000 | Existe |
| Anual | 1800 | 360 | 113 | 565 | 226 | | 407 | 71280 | 48000 | |

VI.5 DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE ALEACIONES METÁLICAS POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ACOPLADO CON PLASMA DE INDUCCIÓN

VI.5.1. Proceso de análisis de aleaciones metálicas por Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

En la Figura 15 se presenta un diagrama de flujo del Método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

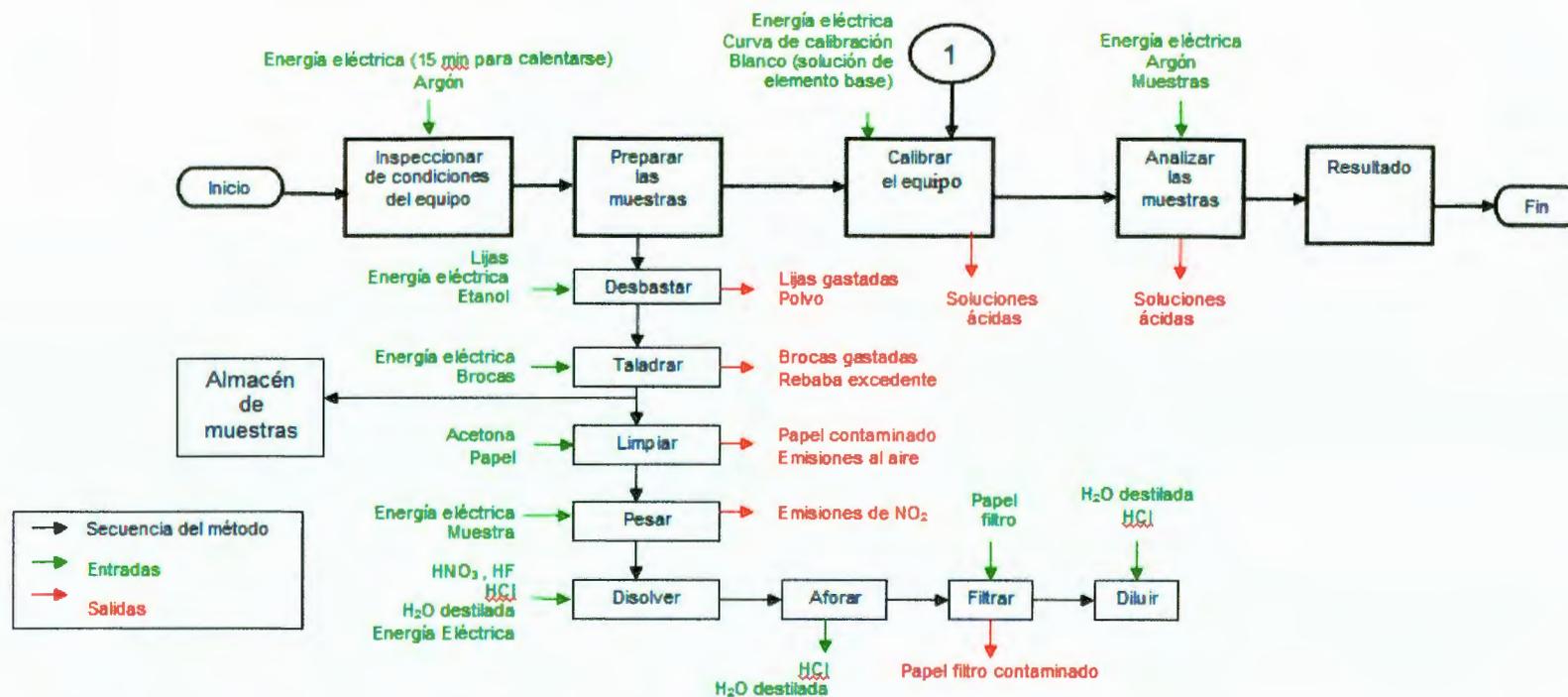


Figura 15. Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

Proceso de preparación de estándares

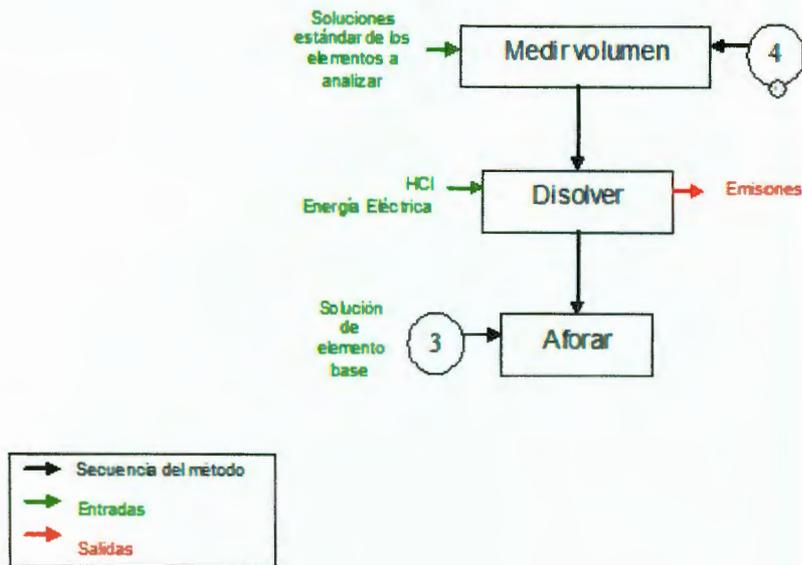


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

Proceso de preparación de estándares

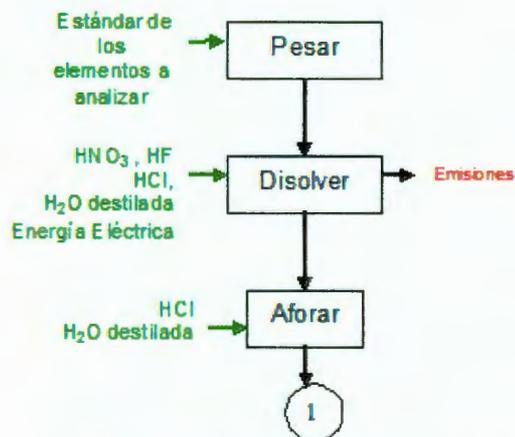


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

Proceso de preparación de soluciones a partir del estándar sólido (base Hierro)

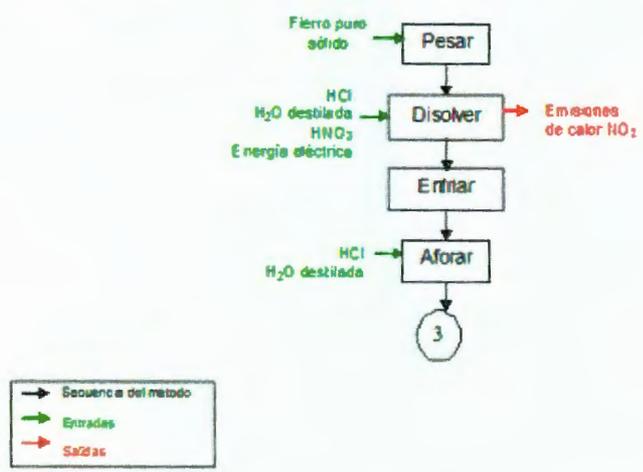


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar sólido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

Proceso de preparación de soluciones a partir del estándar líquido (base Hierro).

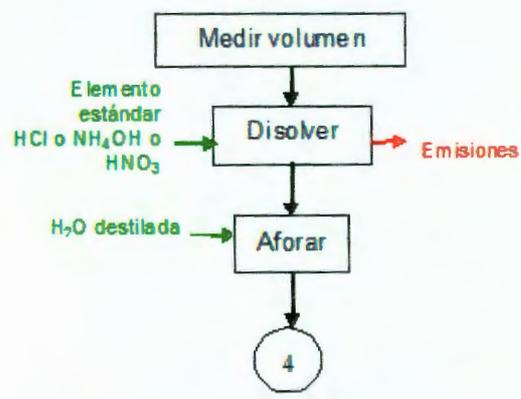


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar líquido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

VI.5.2. Demanda real 2004 de los servicios por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

En el Cuadro 41, se observa que por este método se hicieron solamente 50 servicios, el número de servicios dados por este método es el más bajo durante la mayoría de los meses.

El Cuadro 42, muestra que la mayoría de muestras analizadas por este método son aceros.

Cuadro 41. Número de servicios dados por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

| Mes | No. de Servicios/Mes |
|------------|-----------------------------|
| Enero | 7 |
| Febrero | 0 |
| Marzo | 10 |
| Abril | 4 |
| Mayo | 11 |
| Junio | 0 |
| Julio | 0 |
| Agosto | 2 |
| Septiembre | 0 |
| Octubre | 0 |
| Noviembre | 7 |
| Diciembre | 9 |
| Anual | 50 |

Cuadro 42. Materiales analizados por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción durante el 2004.

| Material | No. de Servicios | Porcentaje |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| Acero | 18 | 36% |
| Fundición | 3 | 6% |
| Polvos | 9 | 18% |
| Bronce | 1 | 2% |
| Perfume | 9 | 18% |
| Calcifer | 1 | 2% |
| Cromo | 1 | 2% |
| Ferroaleación | 3 | 6% |
| Inoculloy | 1 | 2% |
| Pirita | 1 | 2% |
| Cobre | 2 | 4% |
| Magnesio | 1 | 2% |
| Total | 50 | 100% |

VI.5.3. Estimación del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción

A continuación se muestra un análisis del consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción. Este análisis se hizo con la finalidad de determinar cual es el gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones y para conocer cuales fueron las tarifas correspondientes a este método de acuerdo al 2004.

También se busco obtener los puntos del proceso en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados.

En el Cuadro 43, se muestra que este método utiliza 7 equipos, el tiempo en segundos que son utilizados para procesar las muestras o para hacer las lecturas y el gasto de energía eléctrica en Wh.

Cuadro 43. Consumo de energía eléctrica por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004

| Método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | | | | | |
|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| EQUIPO | Voltaje (V) | Amperaje (A) | Potencia (VA) | Tiempo (s) | Gasto (Wh) |
| Equipo de lectura (Operación) | 220 | 45 | 9000 | 60 | 150 |
| Extractor | 120 | 0.23 | 28 | 30 | 0.23 |
| Campana de extracción | 220 | 7.4 | 1628 | 1050 | 472.12 |
| Plato caliente | 120 | 13.7 | 1650 | 1050 | 481.25 |
| Balanza | 220 | 10 | 2200 | 120 | 73.33 |
| Desbastadora | 115 | 10.8 | 1242 | 60 | 20.7 |
| Taladro | 240 | 3.5 | 840 | 420 | 98 |

El Cuadro 44, muestra los gastos de energía correspondientes al método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción, este es otro método que utiliza varios equipos en la preparación de sus muestras (desbastadora, taladro, balanza, campana de extracción y plato caliente) pero es el que tuvo menor demanda, por lo tanto, sus gastos de energía y tarifas fueron bajas.

Cuadro 44. Consumo de kilowatts-hora correspondiente al método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004

| Mes | Mtras | Gasto Total/Mes (kWh/Mes) | kWh Facturados por CIDESI/Mes |
|--------------|--------------|--------------------------------------|--|
| Enero | 12 | 56.93 | 42,000 |
| Febrero | 7 | 33.21 | 41,352 |
| Marzo | 10 | 47.44 | 49,927 |
| Abril | 4 | 18.98 | 47,688 |
| Mayo | 11 | 52.18 | 53,640 |
| Junio | 0 | 0.00 | 53,976 |
| Julio | 0 | 0.00 | 55,986 |
| Agosto | 2 | 9.49 | 54,288 |
| Septiembre | 0 | 0.00 | 50,640 |
| Octubre | 0 | 0.00 | 53,304 |
| Noviembre | 7 | 33.21 | 49,968 |
| Diciembre | 9 | 42.69 | 42,696 |
| Anual | 62 | 294.12 | 595,465 |

VI.5.4. Consumo de Argón (Ar) correspondiente al método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004

Se presentan el Cuadro 45, correspondiente al gasto aproximado de argón (Ar) por este método durante el 2004 en base a los datos del manual de operación del equipo y a la información proporcionada por el personal del laboratorio.

El Cuadro 45, presenta los gasto de Argón por el equipo de ICP en el 2004, como ya se menciona anteriormente comparte el tanque de 7 kg con el equipo de Chispa, así que para sacar el gasto aproximado se tomo en cuenta el número de servicios, el número de lecturas por muestra y las condiciones del equipo (Cuadro 46).

Cuadro 45. Datos utilizados para calcular el consumo de Ar por el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004.

| Mes | No. Mtras | No. Lecturas /mtra | No. Lecturas totales /mes | Gasto de Ar máximo (L/min) | Tpo. de lectura (min) | Gasto mensual de Ar eq. Operación (L/mes) | Gasto mensual total de Ar (m ³ /mes) |
|------------|-----------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---|---|
| Enero | 12 | 10 | 120 | 10 | 4 | 4800 | 4.8 |
| Febrero | 7 | 10 | 70 | 10 | 4 | 2800 | 2.8 |
| Marzo | 10 | 10 | 100 | 10 | 4 | 4000 | 4 |
| Abril | 4 | 10 | 40 | 10 | 4 | 1600 | 1.6 |
| Mayo | 11 | 10 | 110 | 10 | 4 | 4400 | 4.4 |
| Junio | 0 | 10 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 10 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 |
| Agosto | 2 | 10 | 20 | 10 | 4 | 800 | 0.8 |
| Septiembre | 0 | 10 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 10 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 |
| Noviembre | 7 | 10 | 70 | 10 | 4 | 2800 | 2.8 |
| Diciembre | 9 | 10 | 90 | 10 | 4 | 3600 | 3.6 |
| Anual | | | | | | | 24.8 |

Cuadro 46. Condiciones de flujo de operación del equipo

| CONDICIONES DEL EQUIPO (MANUAL) | |
|---------------------------------|----------------|
| Gas | Flujo (ml/min) |
| Argón (Ar) | 10 |

VI.5.5. Cuantificación de Entradas y Salidas para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004.

Este método es uno de los más largos, pero a diferencia de AA, la curva de calibración para todos los elementos a analizar se prepara en el mismo matraz y así el volumen de reactivos químicos que se utilizan y las soluciones ácidas que se producen son menores que en AA. curva de calibración. Pero de la misma manera las cantidades de las entradas y salidas dependen de los servicios dados durante el 2004.

Para obtener la muestra se utilizan brocas y lijas, que son las mismas para todas las muestras.

Los Cuadros 47 y 48, muestran los reactivos químicos necesarios para preparar las muestras y las curvas de calibración necesarios para hacer un análisis por medio de este método.

Cuadro 47. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004.

| ENTRADAS | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------------|----------|-----------------|----------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Replicas | No. Stds | W mtra/sol (gr) | W std/sol (gr) | Vol. Etanol /mtra (ml) | Vol. Acetona /mtra (ml) | W Papel (sanita) /mtra (gr) | Vol. Agua gastado/ sol de mtra (ml) | Vol. sol Fe/sol std (ml) | Vol. HNO ₃ /sol (ml) | Vol. HCl /sol (ml) | W Papel filtro /sol (gr) | W de mtra /mes (gr) |
| Enero | 12 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 36 |
| Febrero | 7 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 21 |
| Marzo | 10 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 30 |
| Abril | 4 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 12 |
| Mayo | 11 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 33 |
| Junio | 0 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 0 |
| Julio | 0 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 0 |
| Agosto | 2 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 6 |
| Septiembre | 0 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 0 |
| Octubre | 0 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 0 |
| Noviembre | 7 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 21 |
| Diciembre | 9 | 3 | 1 | 1 | curva | 1 | 5 | 2 | 88 | 88 | 7 | 5 | 1 | 27 |
| Anual | 62 | 36 | | | | | | | | | | | | 186 |

Cuadro 48. Entradas de materia prima para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004.

| ENTRADAS | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|
| Mes | W std/mes (gr) | Vol. Etanol /mes (ml) | Vol. Acetona /mes (ml) | W papel (sanita) /mes (gr) | W lijas /mes (gr) | W brocas /mes (gr) | Vol. Agua gastado /mes (ml) | Vol. HNO ₃ /mes (ml) | Vol. HCl /mes (ml) | Vol. HF/mes (ml) | W papel Filtro /mes (gr) | Vol. sol Fe /mes (ml) |
| Enero | curva | 12 | 60 | 24 | 166 | 33 | 3168 | 336 | 240 | 20 | 36 | 1056 |
| Febrero | curva | 7 | 35 | 14 | 166 | 33 | 1848 | 196 | 140 | 20 | 21 | 616 |
| Marzo | curva | 10 | 50 | 20 | 166 | 33 | 2640 | 280 | 200 | 20 | 30 | 880 |
| Abril | curva | 4 | 20 | 8 | 166 | 33 | 1056 | 112 | 80 | 20 | 12 | 352 |
| Mayo | curva | 11 | 55 | 22 | 166 | 33 | 2904 | 308 | 220 | 20 | 33 | 968 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | curva | 2 | 10 | 4 | 166 | 33 | 528 | 56 | 40 | 20 | 6 | 176 |
| Septiembre | curva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 7 | 35 | 14 | 166 | 33 | 1848 | 196 | 140 | 20 | 21 | 616 |
| Diciembre | curva | 9 | 45 | 18 | 166 | 33 | 2376 | 252 | 180 | 20 | 27 | 792 |
| Anual | | 62 | 310 | 124 | 1328 | 264 | 16368 | 1736 | 1240 | 160 | 186 | 5456 |

Los Cuadros 49 y 50, muestra que el método de ICP después del método de AA es el que tiene más salidas.

Cuadro 49. Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004

| SALIDAS | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------------|----------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Mes | No. Mtras | No. Replicas | No. Stds | Vol. Etanol/mtra (ml) vap. | Vol. Acetona/mtra (ml) vap. | W papel (sanita)/mtra (gr) | W papel filtro/solc (gr) | W papel filtro metales (gr) |
| Enero | 12 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Febrero | 7 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Marzo | 10 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Abril | 4 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Mayo | 11 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 2 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 7 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Diciembre | 9 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1.2 |
| Anual | 62 | 36 | 12 | | | | | |

Cuadro 50. Salidas de residuos para el método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción en el 2004

| SALIDAS | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Mes | W Lijas /mes (gr) | W Brocas /mes (gr) | Vol. Etanol /mes (ml) vap. | Vol. Acetona /mes (ml) vap. | W papel (sanita) /mes (gr) | W papel filtro c/metales /mes (gr) | Vol. Total de sol. ácidas/mes (ml) | Rebaba Excedente | Emisiones NO ₂ |
| Enero | 150 | 30 | 12 | 60 | 24 | 43.2 | 4224 | 4000 | Existe |
| Febrero | 150 | 30 | 7 | 35 | 14 | 25.2 | 2464 | 4000 | Existe |
| Marzo | 150 | 30 | 10 | 50 | 20 | 36 | 3520 | 4000 | Existe |
| Abril | 150 | 30 | 4 | 20 | 8 | 14.4 | 1408 | 4000 | Existe |
| Mayo | 150 | 30 | 11 | 55 | 22 | 39.6 | 3872 | 4000 | Existe |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | No existe |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | No existe |
| Agosto | 150 | 30 | 2 | 10 | 4 | 7.2 | 704 | 4000 | Existe |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | No existe |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | No existe |
| Noviembre | 150 | 30 | 7 | 35 | 14 | 25.2 | 2464 | 4000 | Existe |
| Diciembre | 150 | 30 | 9 | 45 | 18 | 32.4 | 3168 | 4000 | Existe |
| Anual | 1800 | 360 | 62 | 310 | 124 | 223.2 | 21824 | 32000 | |

VI.6 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA MÉTODO

VI.6.1. Órdenes de servicio durante el 2004

A continuación se muestra una comparación de los resultados obtenidos para cada método en base al número de servicios dados en el 2004. El Cuadro 51, muestra el número de servicios dados cada mes y el total anual para cada método en el 2004.

Cuadro 51. Órdenes de servicio por método durante el 2004

| Mes | NO. DE SERVICIOS POR MÉTODO | | | | |
|------------|-----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|
| | Emisión de Chispa | Gravimétrico de Combustión | FRX | AA | ICP |
| Enero | 26 | 5 | 5 | 3 | 12 |
| Febrero | 55 | 44 | 9 | 2 | 7 |
| Marzo | 86 | 42 | 16 | 8 | 10 |
| Abril | 54 | 34 | 11 | 5 | 4 |
| Mayo | 116 | 23 | 9 | 6 | 11 |
| Junio | 102 | 20 | 15 | 6 | 0 |
| Julio | 75 | 9 | 5 | 7 | 0 |
| Agosto | 73 | 1 | 9 | 24 | 2 |
| Septiembre | 51 | 14 | 6 | 18 | 0 |
| Octubre | 94 | 21 | 17 | 8 | 0 |
| Noviembre | 79 | 18 | 26 | 13 | 7 |
| Diciembre | 57 | 6 | 0 | 13 | 9 |
| Anual | 868 | 237 | 128 | 113 | 62 |

El Cuadro 52, muestra la sumatoria de todos los análisis realizados a los distintos materiales por todos los métodos, dando como resultado una aproximación del número total de servicios realizados en el 2004. Se puede ver que la mayoría de las muestras que se analizan por todos los métodos son aceros.

Cuadro 52. Sumatoria de los análisis realizados a cada material por todos los métodos.

| Metales Principales | No. de Servicios |
|----------------------------|-------------------------|
| Acero | 736 |
| Níquel | 152 |
| Aluminio | 125 |
| Fundiciones | 47 |
| Ferroaleaciones | 41 |
| Cobre | 32 |
| Polvos | 30 |
| Minerales | 23 |
| Bronce | 20 |
| Soluciones | 18 |
| Soldadura | 16 |
| Latón | 15 |
| Material desconocido | 11 |
| Hierro | 5 |
| Total | 1271 |

VI.6.2 Estimación del consumo de energía eléctrica en el laboratorio de Análisis Químico

A continuación se muestra una comparación del consumo de energía eléctrica de todos los métodos utilizados en este laboratorio. Se hizo con la finalidad de determinar que método es el que tiene un mayor gasto de energía de acuerdo a todos los equipos utilizados para preparar las muestras y hacer las mediciones. Se tomo en cuenta los kWh facturados y el cargo por energía del CIDESI cada mes en el 2004, para determinar cuales fueron las tarifas correspondientes a cada método.

También se busca obtener los puntos de los procesos en que se puede tener algún ahorro de energía en los equipos que son utilizados.

El Cuadro 53, muestra la energía eléctrica consumida por cada método mensualmente durante el año 2004, las cantidades obtenidas son la sumatoria de los consumos de energía eléctrica de todos los equipos utilizados por cada método mensualmente.

Cuadro 53. Consumo de energía eléctrica mensual por cada método.

| Mes | CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MENSUAL POR CADA MÉTODO (KWh/mes) | | | | |
|------------|--|----------------------------|-----------|--------|--------|
| | Emisión de Chispa | Gravimétrico de Combustión | FRX | AA | ICP |
| Enero | 80.60 | 12.52 | 6,162.66 | 6.62 | 56.93 |
| Febrero | 84.85 | 110.21 | 6,254.38 | 6.26 | 33.21 |
| Marzo | 89.36 | 105.20 | 6,414.90 | 14.93 | 47.44 |
| Abril | 84.69 | 85.16 | 6,300.24 | 10.60 | 18.98 |
| Mayo | 93.75 | 57.61 | 6,254.38 | 11.28 | 52.18 |
| Junio | 91.70 | 50.10 | 6,391.97 | 12.59 | 0.00 |
| Julio | 87.75 | 22.54 | 6,162.66 | 10.99 | 0.00 |
| Agosto | 87.46 | 2.50 | 6,254.38 | 37.29 | 9.49 |
| Septiembre | 84.25 | 35.07 | 6,185.59 | 28.29 | 0.00 |
| Octubre | 90.53 | 52.60 | 6,437.83 | 17.22 | 0.00 |
| Noviembre | 88.34 | 45.09 | 6,644.21 | 19.98 | 33.21 |
| Diciembre | 85.13 | 15.03 | 6,048.00 | 26.18 | 42.69 |
| Anual | 1,048.42 | 593.63 | 75,511.17 | 202.23 | 294.12 |

Aunque el método de FRX utiliza pocos equipos para la preparación de la muestra, el equipo de lectura se mantiene en Stand by toda la semana. Los métodos de AA e ICP aunque son los que utilizan más equipos, el número de servicios fue mínimo y por ello el consumo fue bajo.

VI.6.2.1. Estimación del consumo de gases especiales en el laboratorio de Análisis Químico en el 2004

A continuación se muestra una lista de los gases que fueron consumidos por el laboratorio de Análisis Químico, las cantidades en que se surtieron y costo de los mismos durante el 2004.

Con esta información se busca que el personal del laboratorio tenga un registro del consumo de gases para identificar la inversión en los mismos y junto con la inversión en los demás insumos puedan concluir si sus métodos son rentables o no.

La información que se presenta en el Cuadro 54, fue proporcionada por el personal de AGA. En el Cuadro se puede identificar que el gas especial que más se consume es el Argón debido a que es utilizado por dos equipos; Chispa e ICP.

Cuadro 54. Consumo de gases especiales en 2004

| Producto | Formula | Método | Peso (kg/año) 2004 |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------|
| Argón Ultra Alta Pureza | Ar | Chispa, ICP | 185 |
| Oxido Nitroso Absorción Atómica | N ₂ O | AA | 32 |
| Acetileno Absorción Atómica | C ₂ H ₂ | AA | 16 |
| Oxígeno Super Seco | O ₂ | Combustión | 13 |
| Mezcla P-10 | Mezcla P-10 | FRX | 6 |

VI.6.3. Cuantificación de Entradas y Salidas de los Métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico

Esta cuantificación se hizo en base a los procesos unitarios de cada uno de los métodos que se presentaron anteriormente en los diagramas de flujo, el objetivo de este análisis es contar con una estimación de la cantidad de residuos que produjo el laboratorio en el 2004, y con ello establecer un plan de manejo y control de los mismos tomando las debidas medidas de seguridad.

Los Cuadros 55 y 56, muestran que el método de AA e ICP son los que tiene más entradas y salidas, esto se debe al proceso de preparación de muestras y a que ambos requieren curva de calibración.

Cuadro 55. Entradas mensuales por cada método.

| Recurso | PROMEDIO DE LAS ENTRADAS MENSUALES POR CADA MÉTODO | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------|-------------|---------------|----------------|
| | Emisión de Chispa | Gravimétrico de Combustión | FRX | AA | ICP |
| Materias primas e insumos (sólidos) | 295 gr | 1602 gr/mes | 37 gr | 652 gr/mes | 240.33 gr/mes |
| Materias primas e insumos (líquidos) | 6967.03 ml | 118.5 ml/mes | - | 887.58 ml/mes | 2,117.7 ml/mes |
| Combustible | 10675.4 L/mes | 177.75 L/mes | 500 L/mes | 27.26 L/mes | 41.33 L/mes |
| Electricidad | 87.37 kWh | 49.47 kWh | 6,292.6 kWh | 16.85 kWh | 24.51 kWh |
| Agua | 200 ml/mes | - | - | 5,940 ml/mes | 1,364 ml/mes |

Cuadro 56. Salidas mensuales por cada método.

| Salida | PROMEDIO DE LAS SALIDAS MENSUALES POR CADA MÉTODO | | | | |
|--------------|---|----------------------------|-------|----------------|--------------|
| | Emisión de Chispa | Gravimétrico de Combustión | FRX | AA | ICP |
| Emisiones | Existe | Existe | - | Existe | Existe |
| Vertimientos | 6967.03 ml | - | - | 40906.4 ml/mes | 1681 ml/mes |
| Residuos | 344.7 gr/mes | 1494 gr/mes | 37 gr | 232.7 gr/mes | 208.9 gr/mes |

En los residuos sólidos se consideraron los discos, las lijas y las brocas desgastados, los papeles filtro contaminados, las sanitas y las rebabas; y en los residuos líquidos se tomo en cuenta las soluciones ácidas que sobraron de los análisis, los solventes contaminados y el refrigerante usado.

El Cuadro 57, muestra las cantidades totales de residuos sólidos y líquidos producidos por cada método en el 2004, los métodos de AA y Combustión son los que tienen la mayor producción de residuos.

Cuadro 57. Cantidad total de residuos sólidos y líquidos producidos por cada método en el 2004.

| MÉTODO | Residuos Sólidos (kg/Año) | Residuos Líquidos (L/Año) |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Emisión de Chispa | 4 | 83.61 |
| Gravimétrico de Combustión | 17.5 | 1.422 |
| FRX | 0.4 | - |
| AA | 2.8 | 490 |
| ICP | 2.5 | 20.172 |

VI.7 EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

Una vez identificados los aspectos ambientales, se elaboró una matriz de los procesos generales para cada método (Cuadros 58, 59, 60, 61 y 62) que dio una vista general de los comportamientos ambientales.

Cuadro 58. Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Emisión por Chispa.

| PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN POR CHISPA | | | | |
|--|---|--------------|---------------------------|-------------------|
| Procesos generales | Daño al ambiente | No. Aspectos | Aspectos | Procesos Unitario |
| Inspección de condiciones del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 1 | Energía eléctrica | Inspección |
| Preparación de muestra | Contaminación de suelo. | 8 | Discos gastados | Corte |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Aceite Refrigerante usado | |
| | Generación de residuo metálico con aceite refrigerante. | | Rebaba excedente | |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Polvo de metales | Desbaste |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Lijas gastadas | |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Papel contaminado | Limpieza |
| | Evaporación de solventes acetona y etanol | | Emisiones al aire | Enfriado |
| | Descarga de agua con aceite, polvo metálico, y solventes. | | Agua contaminada | |
| Calibración del equipo | Uso de combustible fósil y recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Chispazo |
| | Uso de Argón genera emisiones a la atmósfera. | | Emisiones al aire | |
| Análisis de la muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Chispazo |
| | Uso de Argón genera emisiones a la atmósfera. | | Emisiones al aire | |
| Archivo de muestra | Generación de subproductos de metales, se recicla. | 0 | Ninguno | Almacenamiento |

Cuadro 59. Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del análisis de Carbono total y Azufre por el método Gravimétrico de Combustión

| PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL ANÁLISIS DE CARBONO TOTAL Y AZUFRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE COMBUSTIÓN | | | | |
|---|---|--------------|--------------------|--------------------|
| Procesos Generales | Daño al ambiente | No. Aspectos | Aspectos | Procesos Unitarios |
| Inspección de condiciones del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Inspección |
| | Uso de O ₂ genera emisión de CO ₂ y H ₂ O. | | Emisiones al aire | |
| Preparación de muestra | Contaminación de suelos, generación de residuos peligrosos. | 5 | Lijas gastadas | Desbaste |
| | Contaminación de suelos, generación de residuos metálicos. | | Rebaba excedente | Taladrado |
| | Contaminación de suelos. | | Brocas gastadas | Limpieza |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Papel contaminado | |
| | Evaporación de solventes acetona y etanol. | | Emisiones al aire | Pesado |
| Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | Crisoles usados | | | |
| Calibración del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Quema |
| | Uso de O ₂ genera emisión de CO ₂ y H ₂ O. | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | | Crisoles quemados | |
| Análisis de la muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica, | Quema |
| | Uso de O ₂ genera emisión de CO ₂ y H ₂ O. | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | | Crisoles quemados | |
| Archivo de muestra | Generación de subproductos de metales, se recicla. | 0 | Ninguno | Almacenamiento |

Cuadro 60. Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X.

| PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL MÉTODO DE ANÁLISIS SEMI-CUANTITATIVO DE MATERIALES MEDIANTE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X | | | | |
|--|---|---------------------|-----------------------|--|
| Procesos Generales | Daño al ambiente | No. Aspectos | Aspectos | Procesos Unitarios |
| Inspección de condiciones del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 1 | Energía eléctrica | Inspección |
| Preparación de muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Martilleo, polvoreo y elaboración de la pastilla |
| | Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | | Pastillas de celulosa | |
| Calibración del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Emisiones de Argón y Metano | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | | Pastillas de celulosa | |
| Análisis de la muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Emisiones de Argón y Metano | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación de suelo, generación de residuos peligrosos. | | Pastillas de celulosa | |
| Archivo de muestra | Generación de subproductos de metales, se recicla. | 0 | Ninguno | Almacenamiento |

Cuadro 61. Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Absorción Atómica.

| PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL MÉTODO DE ANÁLISIS POR ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA | | | | |
|--|---|--------------|-------------------|---------------------------|
| Procesos generales | Daño al ambiente | No. Aspectos | Aspectos | Procesos Unitarios |
| Inspección de condiciones del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Inspección |
| | Uso de C_2H_2 y N_2O genera emisión de CO_2 y H_2O . | | Emisiones al aire | |
| Preparación de estándares | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Pesado, disolver y aforar |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| | Uso de H_2SO_4 y HNO_3 genera emisión de NO_2 y SO_2 . | | Emisiones al aire | |
| Preparación del blanco | Contaminación del agua. | 2 | Soluciones ácidas | Disolver |
| | Uso de H_2SO_4 y HNO_3 genera emisión de NO_2 y SO_2 . | | Emisiones al aire | |

Continuación

| | | | | |
|------------------------|--|---|-------------------|--|
| Preparación de muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 7 | Energía eléctrica | Desbaste, taladro, limpieza, pesado, disolver, aforar, filtrar y diluir. |
| | Contaminación de suelos, generación de residuos peligrosos. | | Lijas gastadas | |
| | Contaminación de suelos, generación de residuo metálico. | | Rebaba excedente | |
| | Contaminación de suelos. | | Brocas gastadas | |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Papel contaminado | |
| | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . Evaporación de solventes acetona y metanol. | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Calibración del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Uso de C ₂ H ₂ y N ₂ O genera emisión de CO ₂ y H ₂ O. Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Análisis de la muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . Uso de C ₂ H ₂ y N ₂ O genera emisión de CO ₂ y H ₂ O. | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Archivo de muestra | Generación de subproductos de metales, se recicla. | 0 | Ninguno | Almacenamiento |

Cuadro 62. Daños al ambiente generados por los procesos generales y detallados del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

| PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL MÉTODO DE ANÁLISIS POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ACOPLADO CON PLASMA DE INDUCCIÓN | | | | |
|---|--|--------------|-------------------|------------------------------------|
| Procesos Generales | Daños al ambiente | No. Aspectos | Aspectos | Procesos Unitarios |
| Inspección de condiciones del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 2 | Energía eléctrica | Inspección |
| | Uso de Argón genera emisiones a la atmósfera. | | Emisiones al aire | |
| Preparación de la curva de calibración | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | 2 | Emisiones al aire | Medir volumen, disolver y aforar. |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Preparación de solución base | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Pesar, disolver, enfriar y aforar. |
| | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Preparación de estándares líquidos | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | 2 | Emisiones al aire | Medir volumen, disolver y aforar. |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |

Continuación

| | | | | |
|------------------------|---|---|-------------------|--|
| Preparación de muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 7 | Energía eléctrica | Desbaste, taladro, limpieza, pesado, disolver, aforar, filtrar y diluir. |
| | Contaminación de suelos, generación de residuos peligrosos. | | Lijas gastadas | |
| | Contaminación de suelos, generación de residuo metálico. | | Rebaba excedente | |
| | Contaminación de suelos. | | Brocas gastadas | |
| | Generación de residuos peligrosos. | | Papel contaminado | |
| | Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . Evaporación de solventes acetona y metanol. | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Calibración del equipo | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Uso de Argón genera emisiones a la atmósfera. Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Análisis de la muestra | Uso de combustible fósil de recursos naturales, emisiones a la atmósfera, contaminación del agua. | 3 | Energía eléctrica | Lectura |
| | Uso de Argón genera emisiones a la atmósfera. Uso de H ₂ SO ₄ y HNO ₃ genera emisión de NO ₂ y SO ₂ . | | Emisiones al aire | |
| | Contaminación del agua. | | Soluciones ácidas | |
| Archivo de muestra | Generación de subproductos de metales, se recicla. | 0 | Ninguno | Almacenamiento |

Para calificar los aspectos ambientales significativos se utilizó un método numérico sencillo con el fin de evitar confusiones al momento de clasificarlos. Se escogieron 4 criterios importantes como son legislación, toxicidad, consumo y riesgo, y sólo dos valores numéricos para determinar si los criterios existen o no (Cuadro 2), lo anterior se hizo con la finalidad de obtener una matriz de ponderación donde al sumar los valores obtenidos en cada criterio se pueda determinar con facilidad si el aspecto ambiental es significativo; la matriz se puede elaborar y utilizar fácilmente (Cuadro 3).

Cuadro 2. Esquema de valoración para los aspectos ambientales.

| ESQUEMA DE VALORACIÓN | | |
|-----------------------|---|--|
| VARIABLES | VALORES QUE PUEDEN SER ASIGNADOS | |
| | 1 | 0 |
| Legislación | Está legislado | No esta legislado |
| Toxicidad | Es tóxico al aire, agua, suelo. | No es tóxico al aire, agua, suelo. |
| Consumo | Es de alto consumo (> a 400 kg/año) | No es de alto consumo (< a 400 kg/año) |
| Riesgo | Existe riesgo de incendio, fuga, derrame, exposición al trabajador. | No existe riesgo de incendio, fuga, derrame, exposición al trabajador. |
| RESULTADO | Sumatoria | Sumatoria |

Cuadro 3. Ponderación de los valores obtenidos en la sumatoria.

| PONDERACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES | | |
|---|------------------|---|
| SUMATORIA | PONDERACIÓN | CONCLUSIÓN |
| 0 | No significativo | Establecer un plan de manejo. |
| 1 | No significativo | Establecer un método de control y manejo. |
| 2 | Significativo | Controlar la emisión. |
| 3 | Significativo | Disminuir el impacto. |

A continuación se muestra la matriz de relevancia ambiental resultante para cada uno de los métodos (Cuadro 63, 64, 65, 66 y 67). Se muestra el valor asignado para cada aspecto ambiental, para cada criterio y la asignación de la significancia.

Cuadro 63. Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Emisión por Chispa.

| EVALUACIÓN DE LA RELEVANCIA AMBIENTAL | | | | | | | |
|---|--------------|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------------|
| Laboratorio: Análisis Químico | | | | | | | |
| Proceso: Análisis de Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Emisión por Chispa | | | | | | | |
| SALIDAS | | LEGISLACIÓN | TOXICIDAD | CONSUMO | RIESGO | RESULTADO | PONDERACIÓN |
| Discos gastados | 0.050 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Aceite refrigerante usado | 6.333 L/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Rebaba excedente | 4 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Lijas gastadas | 0.150 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Polvo de metales | Existe | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | NO SIGNIFICATIVO |
| Agua contaminada | 0.2 L/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |

Continuación

| | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---------------|
| Papel contaminado | 0.145 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Emisiones al aire | Existe | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Incidentes | Durante el corte y el desbastado se producen partículas metálica que contaminan el aire. La contaminación es momentánea y es laboral, porque después las partículas se precipitan al suelo. | | | | | | |
| Dictamen general | Proceso con 3 aspectos ambientales con calificación 3 y 4 con calificación 2. Este es el proceso con más aspectos ambientales significativos. | | | | | | |

Cuadro 64. Evaluación de la relevancia ambiental del método Gravimétrico de Combustión.

| EVALUACIÓN DE LA RELEVANCIA AMBIENTAL | | | | | | | |
|---|---|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------------|
| Laboratorio: Análisis Químico | | | | | | | |
| Proceso: Análisis de Carbono Total y Azufre por el Método Gravimétrico de Combustión | | | | | | | |
| SALIDAS | | LEGISLACIÓN | TOXICIDAD | CONSUMO | RIESGO | RESULTADO | PONDERACIÓN |
| Lijas gastadas | 0.150 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Polvo de metales | Existe | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | NO SIGNIFICATIVO |
| Brocas gastadas | 0.030 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Rebaba excedente | 4 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Papel contaminado | 0.040 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Crisoles quemados | 1.244 kg/mes | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | NO SIGNIFICATIVO |
| Emisiones de CO ₂ y SO ₂ | Existe | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Incidentes | Durante el desbastado y el taladrado se producen partículas metálicas que contaminan el aire momentáneamente porque se precipitan, durante el taladrado se producen rebabas metálicas que se depositan en contenedores de residuos no peligrosos. Existen emisiones de SO ₂ y CO ₂ al momento de quemar la muestra. Después de quemar las muestras los crisoles se tiran a la basura. | | | | | | |
| Dictamen general | Proceso con 1 aspecto ambiental con calificación 3 y 3 con calificación 2. Este proceso tiene 3 aspectos ambientales significativos. | | | | | | |

Cuadro 65. Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X.

| EVALUACIÓN DE LA RELEVANCIA AMBIENTAL | | | | | | | |
|--|--|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------------|
| Laboratorio: Análisis Químico | | | | | | | |
| Proceso: Análisis de Semi-cuantitativo de Materiales Mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X | | | | | | | |
| SALIDAS | | LEGISLACIÓN | TOXICIDAD | CONSUMO | RIESGO | RESULTADO | PONDERACIÓN |
| Emissiones de CO ₂ y SO ₂ | Existe | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Muestras | 0.008 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Estándares | 0.002 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Celulosa | 0.026 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Incidentes | Durante el martilleo se producen partículas sólidas que contaminan el aire momentáneamente y se precipitan. Las pastillas de celulosa que se utilizan para leer las muestras y las defectuosas se depositan en contenedores de residuos no peligrosos. Emisiones de SO ₂ y CO ₂ . | | | | | | |
| Dictamen general | Proceso con 1 aspecto ambiental con calificación de 2. Este es el proceso que tiene menos aspectos ambientales significativos. | | | | | | |

Cuadro 66. Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Absorción Atómica.

| EVALUACIÓN DE LA RELEVANCIA AMBIENTAL | | | | | | | |
|--|---|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------------|
| Laboratorio: Análisis Químico | | | | | | | |
| Proceso: Análisis de Metales y Aleaciones Metálicas por Espectrometría de Absorción Atómica | | | | | | | |
| SALIDAS | | LEGISLACIÓN | TOXICIDAD | CONSUMO | RIESGO | RESULTADO | PONDERACIÓN |
| Lijas gastadas | 0.150 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Polvos de metales | Existen | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | NO SIGNIFICATIVO |
| Brocas gastadas | 0.030 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Rebaba excedente | 4 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Papel contaminado (sanita) | 0.018 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Papel filtro contaminado | 0.034 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Soluciones ácidas | 6.277 L/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Incidentes | Generación de soluciones ácidas que son almacenadas y neutralizadas antes de ser descargadas al drenaje. En el desbaste se producen partículas metálicas que contaminan el aire momentáneamente, después se precipitan. Durante el taladrado se producen rebabas que se depositan en contenedores de residuos no peligrosos. Emisiones de NO ₂ durante la preparación de las muestras y estándares. | | | | | | |
| Dictamen general | Proceso con 2 aspectos ambientales con calificación 3 y 3 con calificación 2. Este proceso tiene 5 aspectos ambientales significativos. | | | | | | |

Cuadro 67. Evaluación de la relevancia ambiental del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

| EVALUACIÓN DE LA RELEVANCIA AMBIENTAL | | | | | | | |
|--|--|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------------|
| Laboratorio: Análisis Químico | | | | | | | |
| Proceso: Análisis de Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción | | | | | | | |
| SALIDAS | | LEGISLACIÓN | TOXICIDAD | CONSUMO | RIESGO | RESULTADO | PONDERACIÓN |
| Lijas gastadas | 0.150 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Polvo de metales | Existe | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | NO SIGNIFICATIVO |
| Brocas gastadas | 0.030 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Rebaba excedente | 4 kg/mes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO SIGNIFICATIVO |
| Papel contaminado (sanitas) | 0.010 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Emisiones de NO ₂ | Existe | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Soluciones ácidas | 1.921 L/mes | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | SIGNIFICATIVO |
| Papel filtro contaminado | 0.018 kg/mes | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | SIGNIFICATIVO |
| Incidentes | Generación de soluciones ácidas que son almacenadas y neutralizadas antes de ser descargadas al drenaje. En el desbaste se producen partículas metálicas que contaminan el aire. Durante el taladrado se producen rebabas que se tiran a la basura. Emisiones de NO ₂ durante la preparación de las muestras y estándares. | | | | | | |
| Dictamen general | Proceso con 2 aspectos ambientales con calificación 3 y 4 con calificación 2. Este es uno de los procesos con más aspectos ambientales significativos. | | | | | | |

VII. CONCLUSIONES

Con base en la información obtenida y en el artículo 8 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA y a las normas técnicas ecológicas, se hacen las siguientes recomendaciones para que los servicios del laboratorio de Análisis Químico sean más amigables con el medio ambiente al mismo tiempo que cumplan con la legislación vigente.

- El CIDESI debe obtener su número de registro ambiental (NRA) y darse de alta como empresa generadora de residuos peligrosos y obtener el manifiesto que lo acredita como tal.
- Actualizar su bitácora mensual electrónica sobre la generación de residuos peligrosos.
- Elaborar un plan de manejo adecuado de sus residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial.
- Diseñar el almacén temporal de residuos peligrosos, manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles.
- Construir el almacén temporal de residuos peligrosos.
- Definir el tipo de material de que deben estar hechos los contenedores de residuos peligrosos y su capacidad en volumen.
- Diseñar y hacer las etiquetas de identificación para los contenedores de residuos peligrosos.
- Verificar que la empresa transportista de residuos peligrosos con la que se tiene convenio actualmente cuente con la autorización de SEMERNAT y de la SCT, y el Centro debe tener conocimiento del destino final de sus residuos peligrosos.
- Elaborar y enviar a SEMARNAT la Cédula de Operación Anual.
- Se puede tener un ahorro de energía eléctrica si los equipos de Emisión por Chispa y FRX se apagan diariamente y no se mantienen en Stand by toda la semana, según los cálculos hechos estos son los dos equipos que gastan

más energía, y en consecuencia habrá una disminución de las tarifas de pago.

- Hacer un estudio de las entradas y salidas de dinero para los métodos de AA e ICP, tomando en cuenta las salidas por la disposición adecuada de los residuos líquidos para saber si es rentable ofrecer estos métodos de análisis ya que son los más tardados, tienen un alto consumo de gases y según el análisis de los servicios ofrecidos en el 2004, son los de más baja demanda. Además en los diagramas de flujo se puede observar que son los que tienen un mayor consumo de reactivos químicos y por lo mismo mayor producción de residuos líquidos. Esta revisión podría incrementar su eficiencia en los otros métodos y podrían reducir los riesgos por manejo de sustancias químicas.
- El laboratorio no cuenta con un programa de separación de los residuos que se generan durante sus procesos unitarios, sería muy útil para el laboratorio implantar un programa sencillo de separación y con la utilización de la bitácora electrónica tener un control total de los residuos que están produciendo de modo que puedan evitar una sanción legal en el futuro por no manejarlos adecuadamente y ahorrar dinero por su correcta disposición, al mismo tiempo esto mejoraría su imagen ante los clientes y beneficiaría al medio ambiente.
- El personal del laboratorio está elaborando un Manual de Sistemas de Emergencias para el cual se recomienda se tome en cuenta este estudio en el que se reportan las entradas y salidas de los métodos, de modo que tengan conciencia de las cantidades que se manejan de reactivos y residuos y en base a ello establecer sus precauciones y tomen las debidas medidas de seguridad.
- Elaboración de un inventario de los estándares y reactivos químicos que maneja el laboratorio.
- Complementar y difundir la información contenida en las Hojas de Datos de Seguridad de los reactivos y estándares químicos para tomar las debidas

precauciones al utilizarlos y conocer el efecto que tienen en el medio ambiente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Basurto, D. 2000.** www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/revista/revista_11/mirada.pdf
- CIDESI. 2005. Manual de calidad.** Gestión de Calidad. (CID-MA-GC-001-2005)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis para Aceros Inoxidables por Espectrometría de Absorción Atómica:4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-006)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis para Aceros Inoxidables por Espectrometría de Absorción Atómica:4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-006)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis para Aleaciones Base Aluminio por Espectrometría de Absorción Atómica:4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-010)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis para Aleaciones Base Cobre por Espectrometría de Absorción Atómica:4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-009)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis de Aleaciones Metálicas por Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción: 4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-023)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis de Aleaciones Metálicas por el Método de Espectrometría de Emisión por Chispa: 4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-017)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis de Carbono Total y Azufre por Método Gravimétrico de Combustión:4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-001)
- CIDESI. 2005. Procedimiento de Análisis de Materiales Mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X: 4.** (CID-PR-SC-TM-AQ-020)
- CS-200 Instruction Manual. 2000.** CS-200 Carbon and Sulfur Analyzer. Part Number 200-635. Version 2.6.
- García Frías, M. 2004.** Penetración del Mercado e Influencia del CIDESI en la Industria. Querétaro, Qro. Instituto Tecnológico de Querétaro. Tesis para obtener el título de licenciatura en Administración de Empresas: 8-12.
- INE-Semarnat. 2000.** www.ine.gob.mx/enautica/download_colmex/cap5.pdf
- Jenkins, R., de Vries, J.L. 1975.** Practical X-Ray Spectrometry. 2da. ed., Philips Technical Library, Gran Bretaña: 6-8. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

LGEEPA. 1996. Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.

LEEEPA. 2005. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

León Márquez, R. 2004.

www.cnpmi.org/html/archivos/GuíasDocumentos/Guías Documentos-ID8.pdf

LPGIR. 2003. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

LPGIRQ. 2004. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro

Norma Mexicana IMNC. 2004. Sistema de Administración Ambiental – Requerimientos con orientación para su uso:2. (NMX-SAA-14001-IMNC-2004)

Norma Mexicana IMNC. 2004. Administración Ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia:2-4. (NMX-SAA-14040-IMNC-2004)

Planeación Estratégica. 2005. Situación Actual: 11. CIDESI. (Planeación Estratégica, 2005)

Pre-Installation Manual. 1995. PW2400/00 & PW2600/00 X-Ray Spectrometers. Philips. 2 nd ed.

Premio Nacional de Calidad. 2004. Sección b: Perfil General. CIDESI. (PNC-sección b, 2004)
Premio Nacional de Calidad. 2004. Sección 1: Conocimiento de Clientes. CIDESI. (PNC-sección 1, 2004)

Premio Nacional de Calidad. 2004. Sección 6: Compromisos con la Sociedad. CIDESI. (PNC-sección 6, 2004)

Premio Nacional de Calidad. 2004. Sección 7: Procesos. CIDESI. (PNC-sección 7, 2004)

RLPGIRQ. 2006. Reglamento de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro.

SEMARNAT. 2000.

www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/ImpactoAmbiental/cap-3.pdf

Slickers, K.1993. Automatic Atomic-Emission-Espectroscopy. 2da. ed., Brühlsche Universitätsdruckerei, Alemania: 97.