

**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

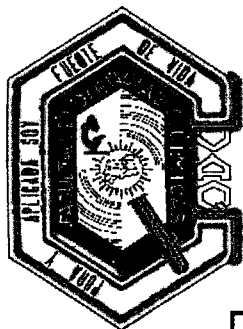
No. Título \_\_\_\_\_

~~\_\_\_\_\_~~ 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 'Pirsch', 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 <sub>2</sub> ) 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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) y Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> ) 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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> 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



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

## 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).

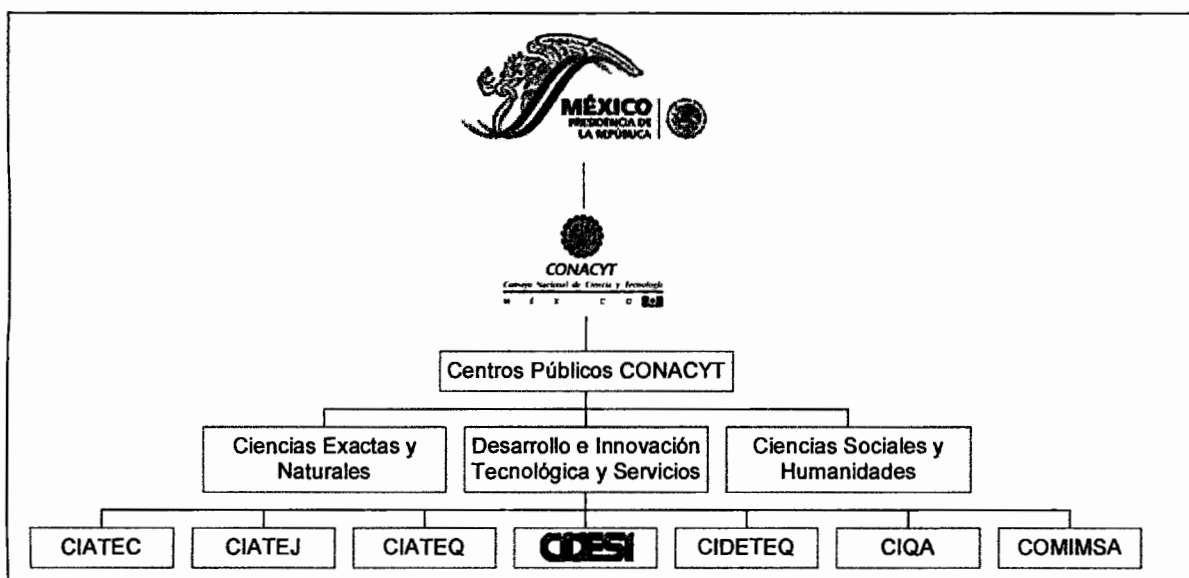


Figura 1. Estructura organizacional de los centros públicos del CONACYT (PNC-sección 6, 2004).

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).

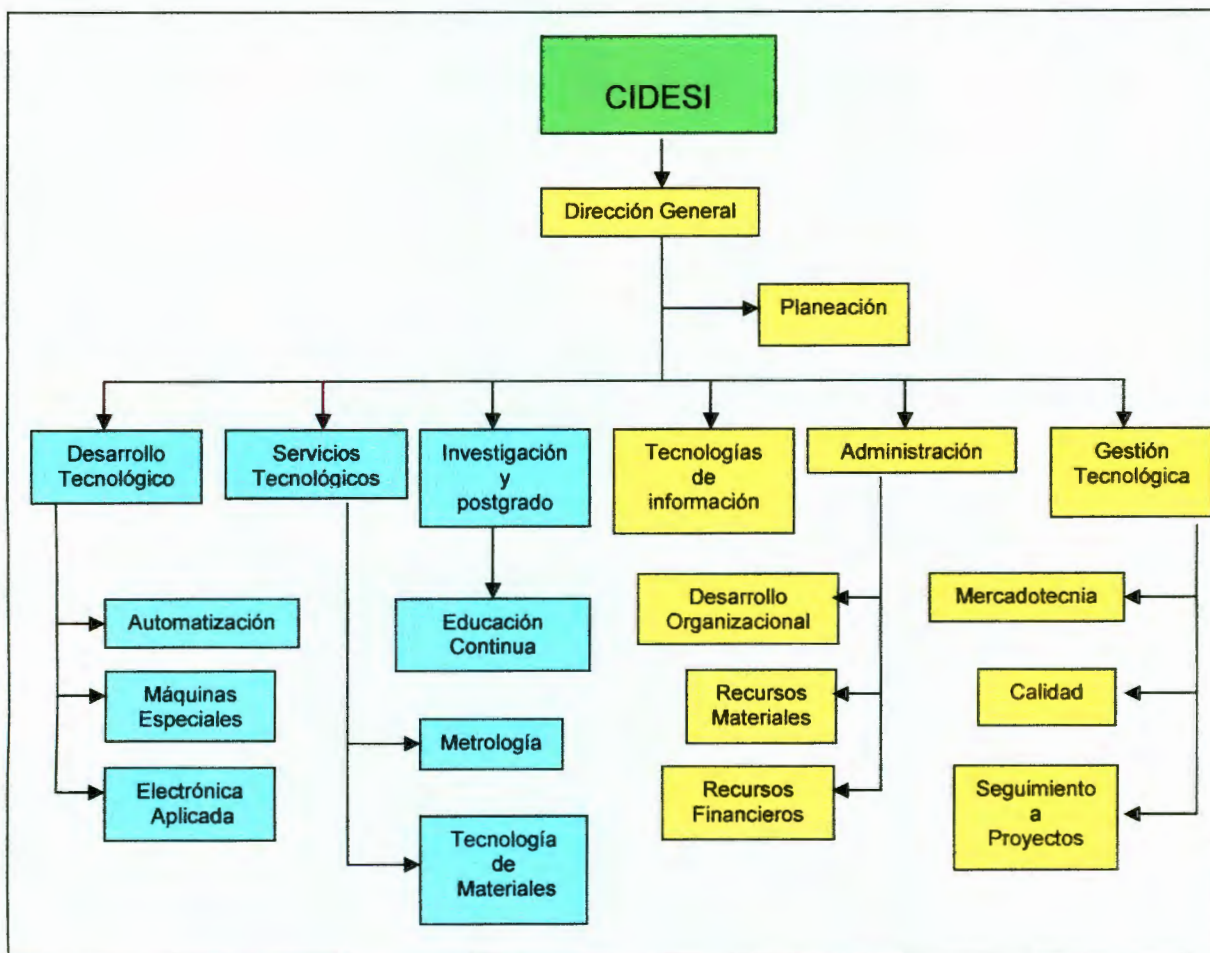


Figura 2. Estructura del CIDESI (CID-MA-GC-001-2005).

### 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; LEEPA, 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 inoxidables
- 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<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> 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).

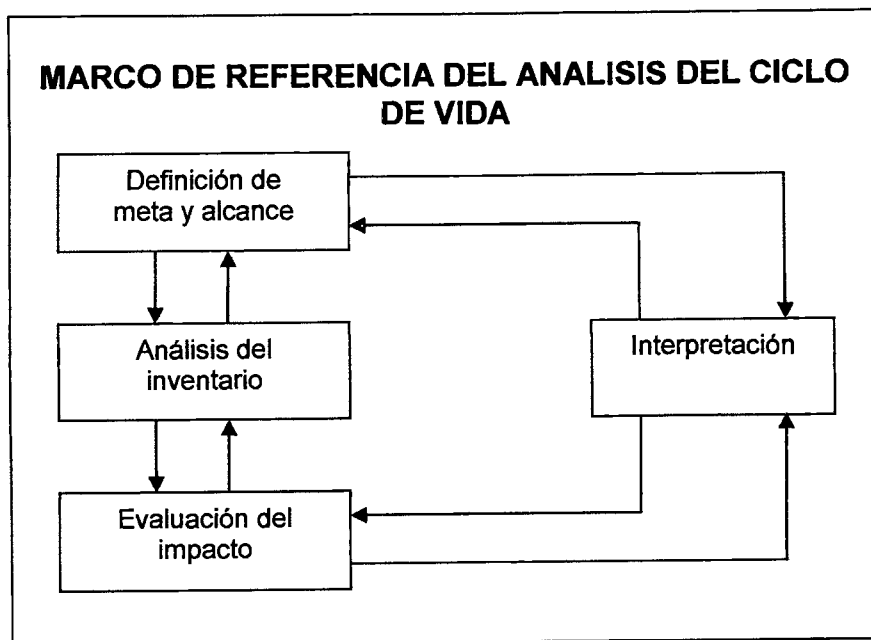


Figura 3. Marco de referencia del Análisis del Ciclo de Vida (NMX-SAA-14040-IMNC-2004).

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).



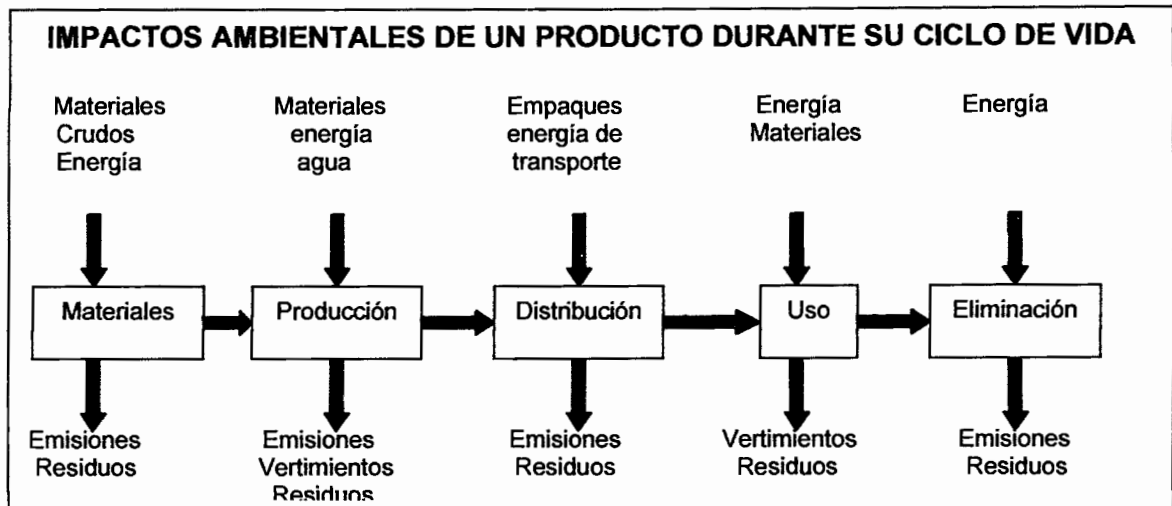


Figura 4. Impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida (León, 2004).

## 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.

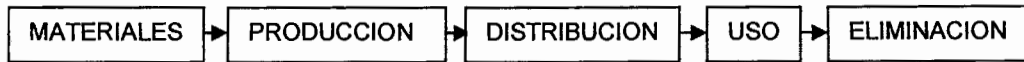
La descomposición del problema original (y de las etapas subsecuentes) (Figura 5), puede detenerse cuando los problemas resultantes alcanzan un nivel de detalle que el analista pueden implementar fácilmente.

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 <sup>3</sup> )
Emisiones al agua	Volumen crítico	(m <sup>3</sup> )
Residuos	Volumen	(dm <sup>3</sup> )

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<sub>k</sub>) muestra la escasez ecológica. Si el flujo actual es mayor que el flujo crítico (F > F<sub>k</sub>), hay una sobre utilización de los recursos.

F<sub>k</sub>: 'Flujo crítico (F<sub>k</sub>)' es la máxima contaminación, la cual no causa daños irreversibles en un ecosistema definido.

C: Factor adimensional (10<sup>12</sup>)

#### 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.

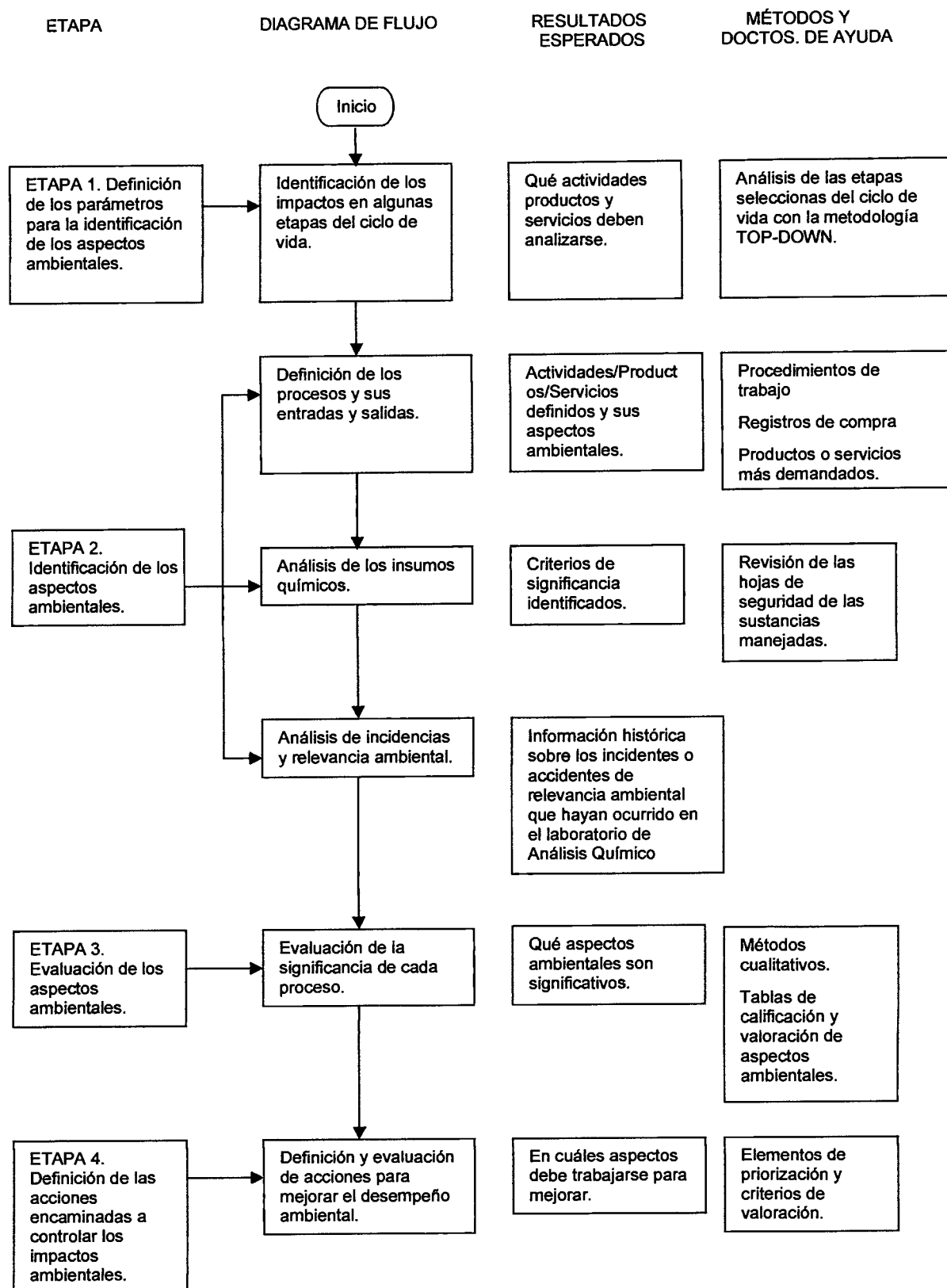


Figura 6. Diagrama de flujo de la metodología establecida.

## **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

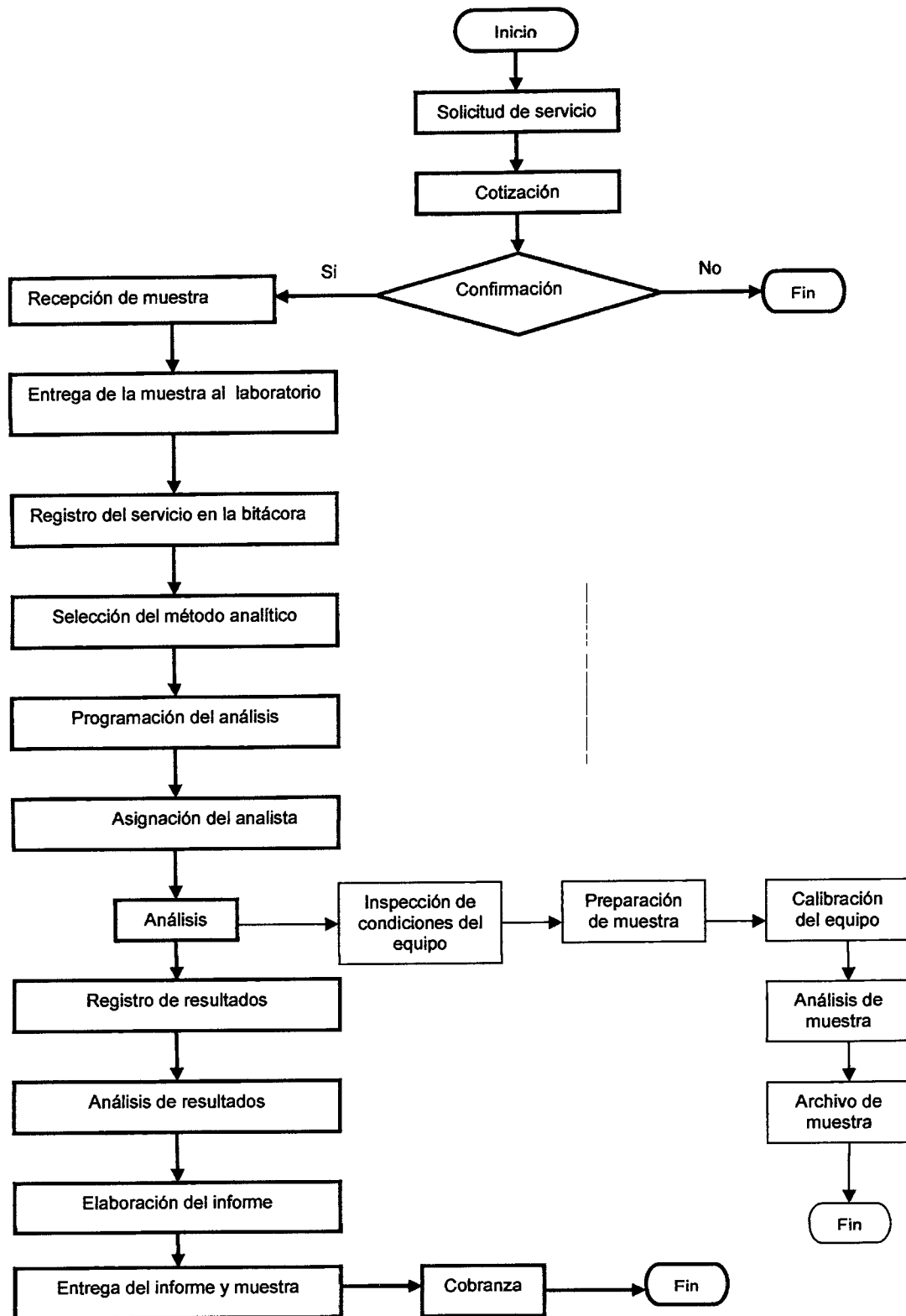


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso general del laboratorio de Análisis Químico.

## MÉTODOS DE ANÁLISIS

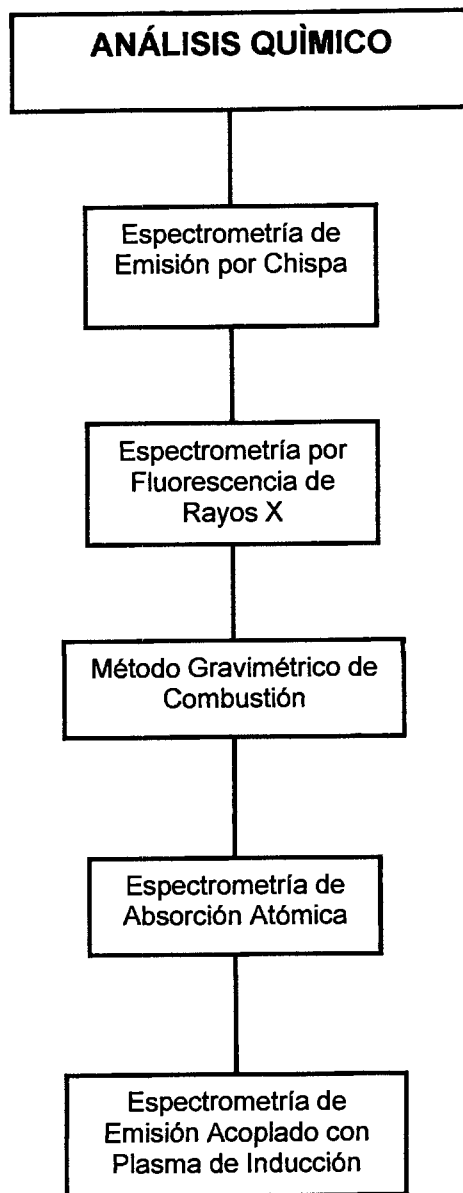


Figura 8. Métodos utilizados en el laboratorio de Análisis Químico

Cuadro 4. Relación de maquinaria y equipo

<b>EQUIPO</b>	<b>OPERACIÓN</b>
<b>CHISPA</b>	
Espectrometro de Emisión por Chispa SPECTROLAB	Analizar
Cortadora	Cortar
Desbastadora de banda	Desbastar
<b>COMBUSTIÓN</b>	
Analizador de carbono y azufre LECO CS-200	Analizar
Balanza analítica	Pesar
Desbastadora de banda	Desbastar
Taladro	Taladrar
Horno	Eliminar la humedad
<b>FRX</b>	
Espectro por Fluorescencia de Rayos X PW 2400	Analizar
Molino	Moler
Balanza analítica	Pesar
<b>AA</b>	
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
<b>ICP</b>	
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.

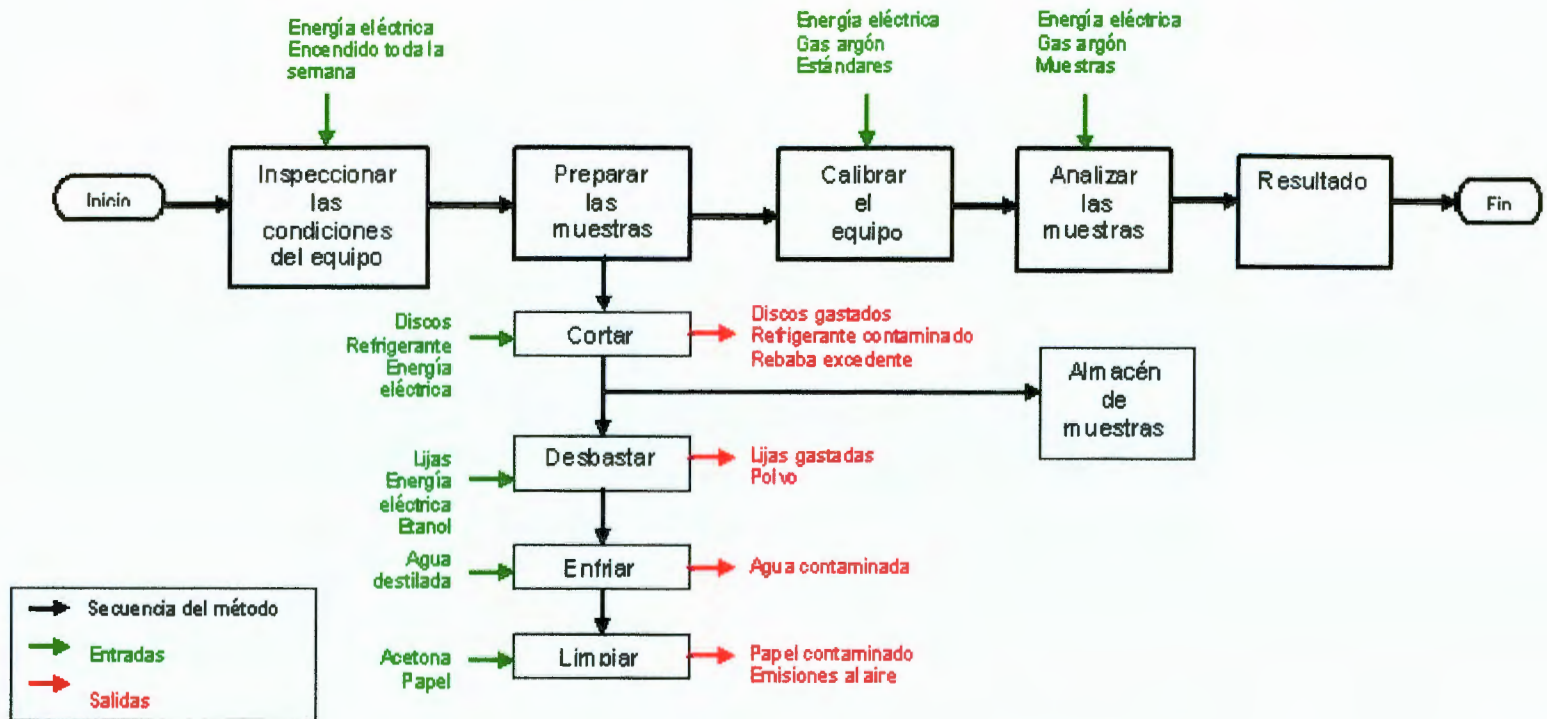


Figura 9. Diagrama de flujo del método de Emisión de Chispa que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

### 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

<b>Mes</b>	<b>No. de Servicios/Mes</b>
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.

<b>Material</b>	<b>No. de Servicios</b>	<b>Porcentaje</b>
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%
<b>Total</b>	<b>868</b>	<b>100%</b>

### 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

<b>MÉTODO DE EMISIÓN DE CHISPA</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Potencia (VA)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Gasto (Wh)</b>
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

<b>Mes</b>	<b>No. Mtras</b>	<b>Gasto Total/Mes (kWh/Mes)</b>	<b>kWh Facturados por CIDESI/Mes</b>
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 <sup>3</sup> /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

<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN (MANUAL)</b>			
<b>Flujo</b>	<b>L/h</b>	<b>L/min</b>	<b>Especificación</b>
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

<b>SALIDAS</b>						
<b>Mes</b>	<b>W Disco gastado/ mes (gr)</b>	<b>Vol Etanol/ mes (ml)</b>	<b>Vol Acetona/ mes (ml)</b>	<b>W Papel Contaminado /mes (gr)</b>	<b>Rebaba excedente/ mes (gr)</b>	<b>Emisiones de polvo</b>
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.

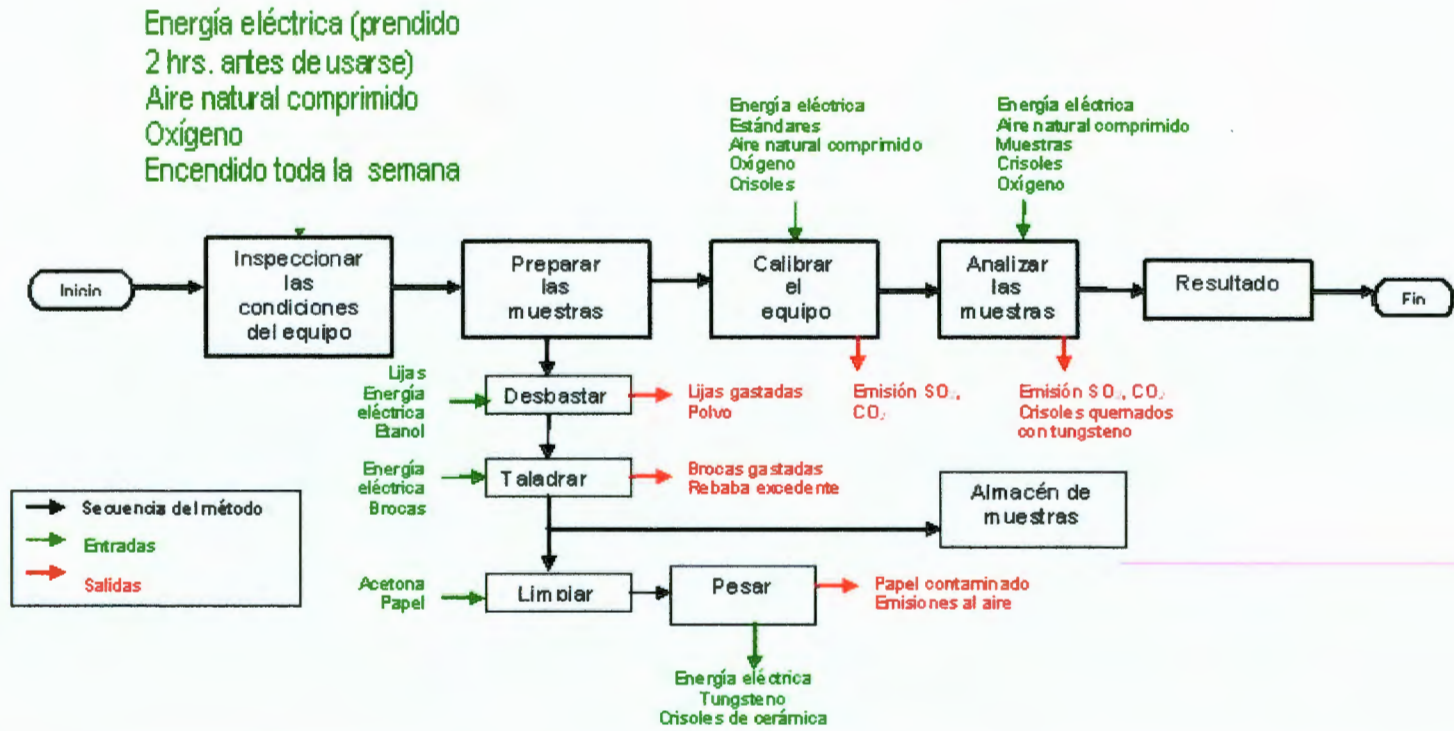


Figura 10. Diagrama de flujo del método Gravimétrico de Combustión que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

## 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

<b>Mes</b>	<b>No. de Servicios/Mes</b>
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.

<b>Material</b>	<b>No. De Servicios</b>	<b>Porcentaje</b>
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

<b>MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE COMBUSTIÓN</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Potencia (VA)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Gasto (Wh)</b>
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 (O<sub>2</sub>) correspondiente al método Gravimétrico de Combustión en el 2004

Se presenta el cuadro correspondiente al gasto aproximado de oxígeno (O<sub>2</sub>) 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 O<sub>2</sub> 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 O<sub>2</sub> por el método Gravimétrico de Combustión.

Mes	No. mtra	No. Quemadas/mtra	No. Quemadas p/checar condiciones/mtra	No. Quemadas/mes	Gasto de O <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /análisis)	Gasto mensual de O <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> )
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

<b>CONDICIONES DEL EQUIPO (MANUAL)</b>		
<b>Flujo de gas basado en el tiempo de análisis</b>		
Quema	3 L/análisis	0.003 m <sup>3</sup> /análisis
P neumática	1 L/análisis	0.001 m <sup>3</sup> /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. Quemias por mtra	No. Quemias p/chechar condiciones por mtra	No. Quemias 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. Mtra	H. Quemadas/ntra	H. Quemadas p/chequear condiciones/ntra	H. 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 <sub>2</sub>	Emisión SO <sub>2</sub>	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.

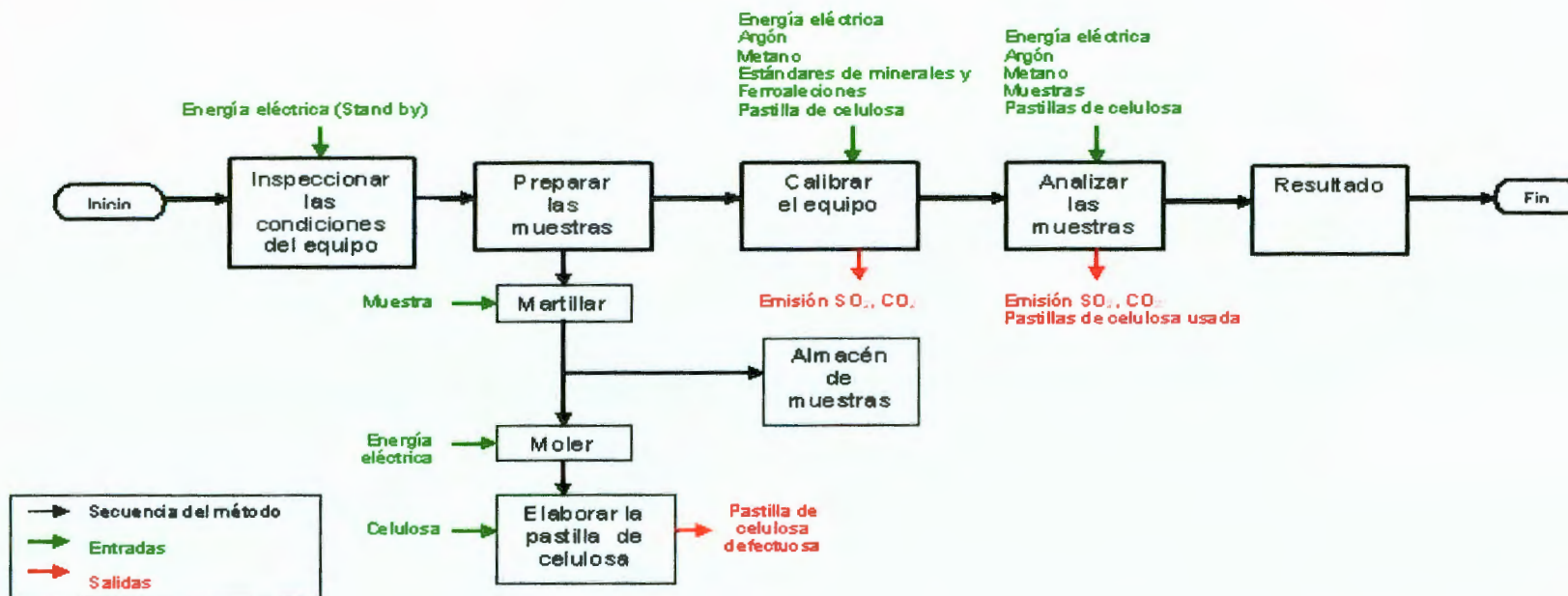


Figura 11. Diagrama de flujo del método de Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

### 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**

<b>Mes</b>	<b>No. de Servicios/Mes</b>
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.

<b>Material</b>	<b>No. de Servicios</b>	<b>Porcentaje</b>
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%
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>100%</b>

### 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

<b>MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Potencia (VA)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Gasto (Wh)</b>
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**

<b>Mes</b>	<b>Mtras</b>	<b>Gasto Total/Mes (kWh/Mes)</b>	<b>kWh Facturados por CIDESI/Mes</b>
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
<b>Anual</b>	<b>128</b>	<b>75,511.17</b>	<b>595,465</b>

**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 <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub>
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.

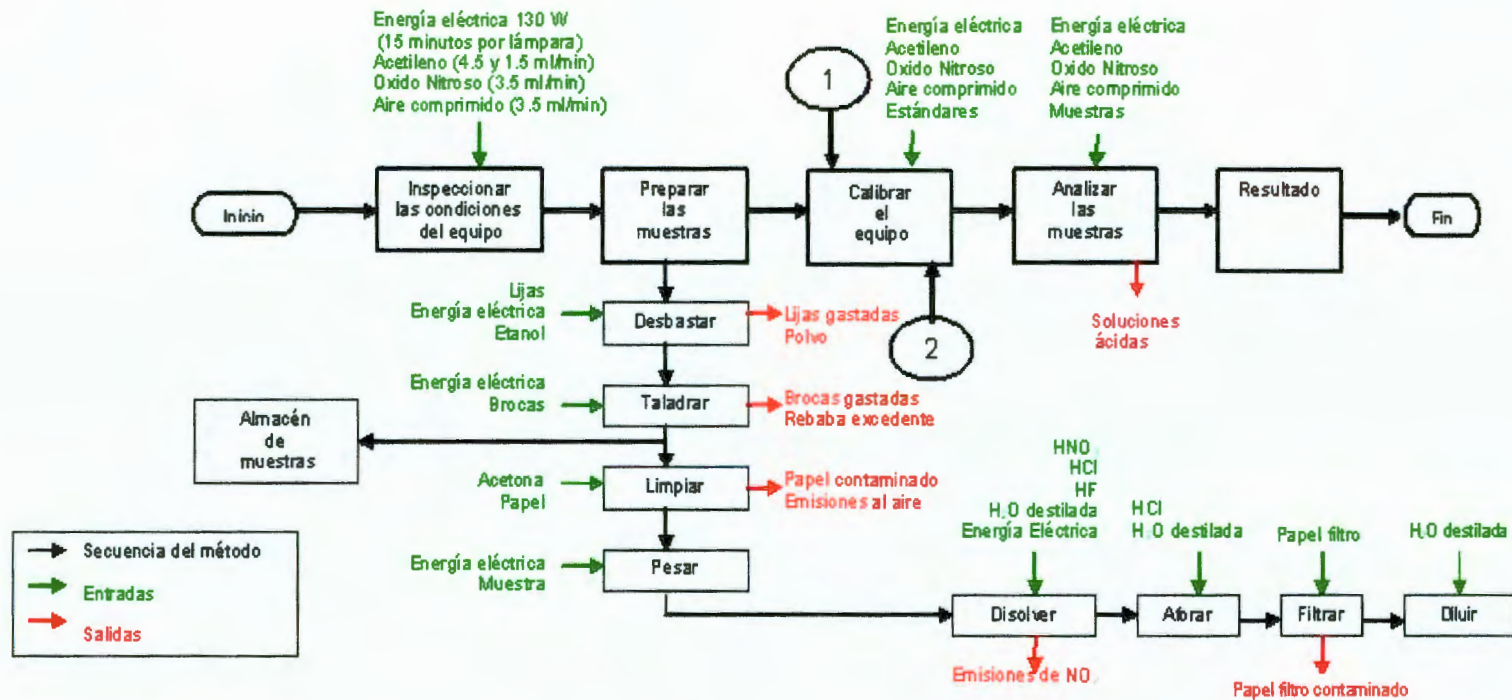


Figura 12. Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Absorción Atómica que muestra las entradas y salidas del procedimiento.



## Proceso de preparación de la curva de calibración

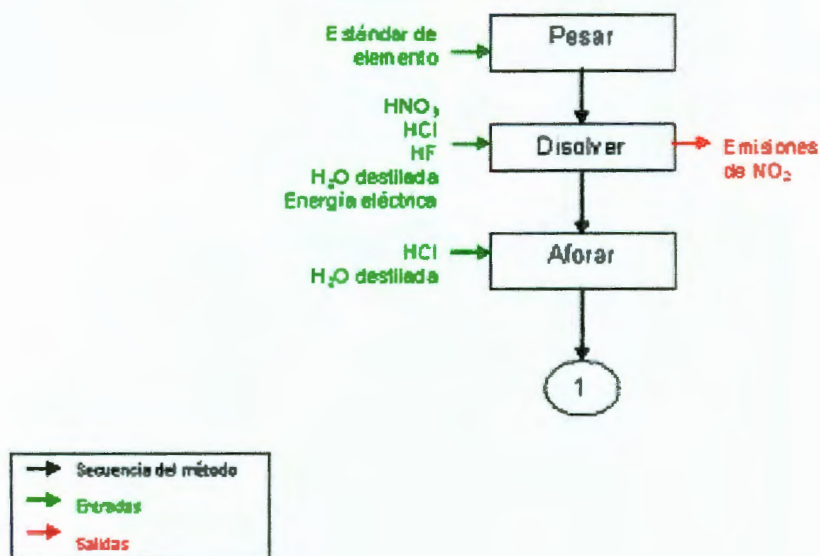


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Espectrometría de Absorción Atómica.

## Proceso de preparación del blanco

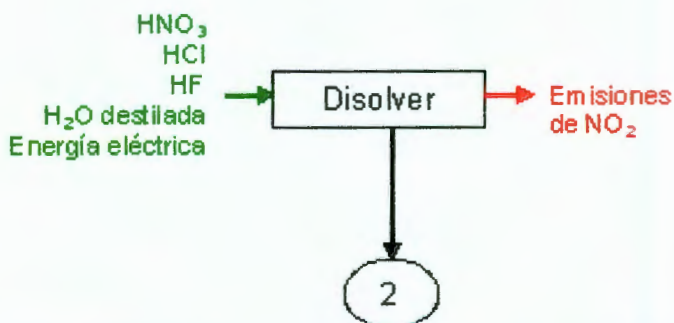


Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de preparación del blanco para el método de Espectrometría de Absorción Atómica.

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

<b>Mes</b>	<b>No. de Servicios/Mes</b>
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.**

<b>Material</b>	<b>No. de Servicios</b>	<b>Porcentaje</b>
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%
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>100</b>

#### 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

<b>MÉTODO DE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Potencia (VA)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Gasto (Wh)</b>
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**

<b>Mes</b>	<b>Mtras</b>	<b>Gasto Total/Mes (kWh/Mes)</b>	<b>kWh Facturados Por CIDESI/Mes</b>
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
<b>Anual</b>	<b>113</b>	<b>202.23</b>	<b>595,465</b>

**VI.4.4. Consumo de Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) correspondiente al método de Espectrometría de Absorción Atómica en el 2004**

Se presentan el Cuadro 35, correspondiente al gasto aproximado de acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>) 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 (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y (N<sub>2</sub>O) 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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /lectura (L./min)	Tpo. de Lectura (min)	Gasto mensual de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Eq. operación (L./mes)	Gasto de H <sub>2</sub> O/lectura (L./min)	Tpo. de Lectura (min)	Gasto mensual de H <sub>2</sub> 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 <sub>3</sub> /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 <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /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 (gr)	Vol. Total de sol. ácidos/mes (ml)	Rebaba excedente	Emisiones H <sub>2</sub> 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.

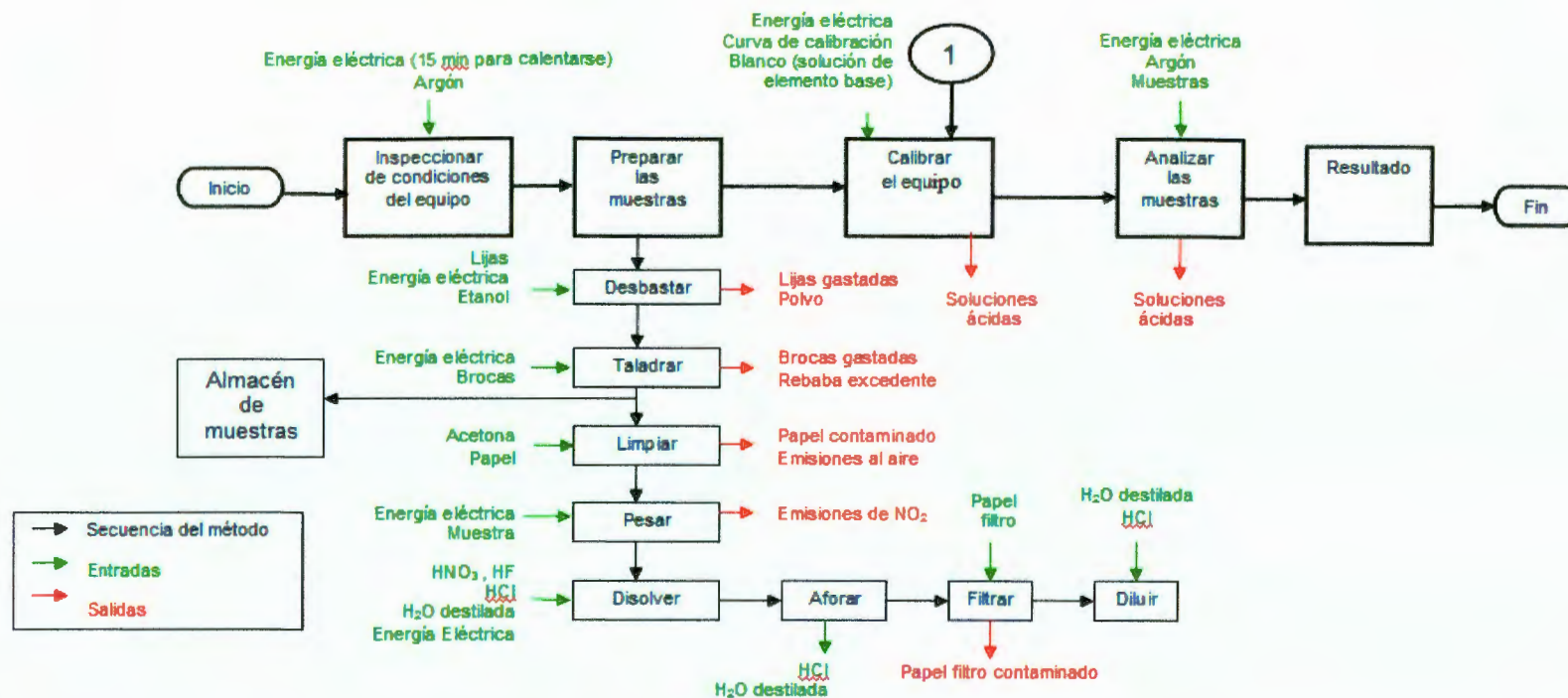


Figura 15. Diagrama de flujo del método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción que muestra las entradas y salidas del procedimiento.

### Proceso de preparación de estándares

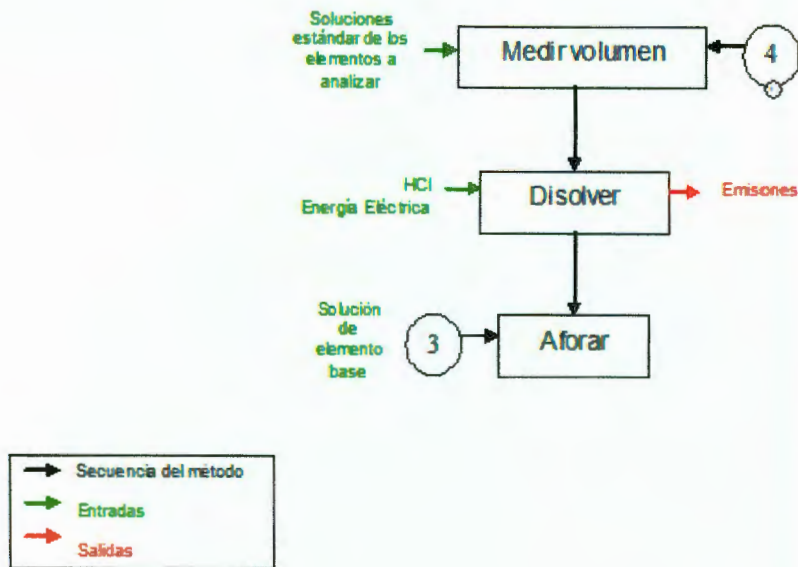


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

### Proceso de preparación de estándares

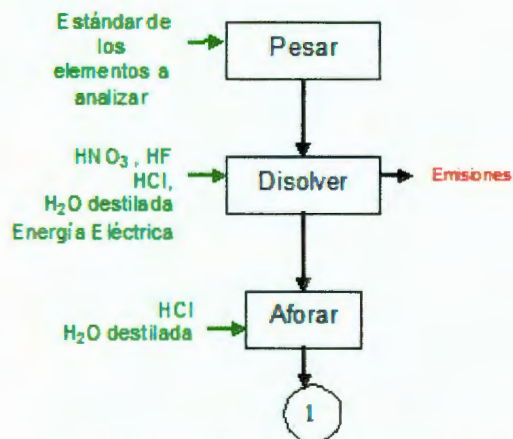


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de preparación de estándares para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

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

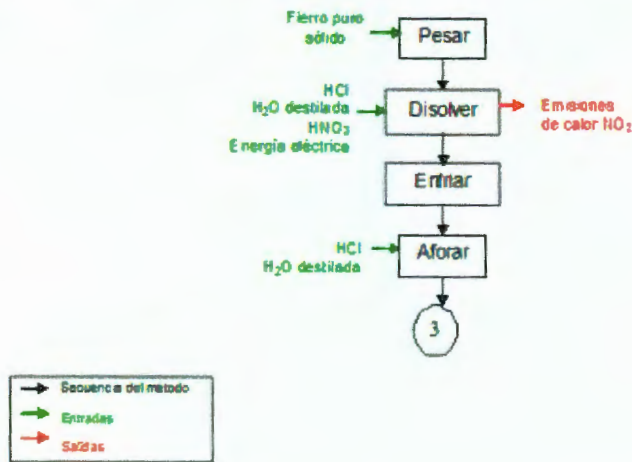


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar sólido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.

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

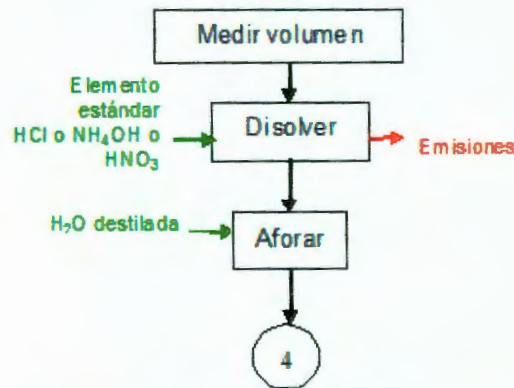


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de preparación de soluciones a partir de un estándar líquido para la curva de calibración del método de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción.



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.

<b>Mes</b>	<b>No. de Servicios/Mes</b>
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.

<b>Material</b>	<b>No. de Servicios</b>	<b>Porcentaje</b>
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%
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

### 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

<b>Método de Espectrometría de Emisión Acoplado con Plasma de Inducción</b>					
<b>EQUIPO</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Potencia (VA)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Gasto (Wh)</b>
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**

<b>Mes</b>	<b>Mtras</b>	<b>Gasto Total/Mes (kWh/Mes)</b>	<b>kWh Facturados por CIDESI/Mes</b>
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
<b>Anual</b>	<b>62</b>	<b>294.12</b>	<b>595,465</b>

**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 <sup>3</sup> /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 <sub>3</sub> /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 <sub>3</sub> /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 <sub>2</sub>
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.

<b>Metales Principales</b>	<b>No. de Servicios</b>
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 <sub>2</sub> O	AA	32
Acetileno Absorción Atómica	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	AA	16
Oxígeno Super Seco	O <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> 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.

<b>PROCESOS GENERALES Y DETALLADOS DEL MÉTODO DE ANÁLISIS SEMI-CUANTITATIVO DE MATERIALES MEDIANTE ESPECTROMETRÍA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>				
<b>Procesos Generales</b>	<b>Daño al ambiente</b>	<b>No. Aspectos</b>	<b>Aspectos</b>	<b>Procesos Unitarios</b>
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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O.		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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		Emisiones al aire	
Preparación del blanco	Contaminación del agua.	2	Soluciones ácidas	Disolver
	Uso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> . 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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O. Uso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> . Uso de C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> y N <sub>2</sub> O genera emisión de CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .	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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		Emisiones al aire	
	Contaminación del agua.		Soluciones ácidas	
Preparación de estándares líquidos	Uso de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .	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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> . 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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y HNO <sub>3</sub> genera emisión de NO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub> .		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: <b>Análisis Químico</b>							
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							
<b>Laboratorio:</b> Análisis Químico							
<b>Proceso:</b> 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 <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub>	Existe	1	1	0	0	2	SIGNIFICATIVO
<b>Incidentes</b>	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 <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> al momento de quemar la muestra. Después de quemar las muestras los crisoles se tiran a la basura.						
<b>Dictamen general</b>	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							
<b>Laboratorio:</b> Análisis Químico							
<b>Proceso:</b> Análisis de Semi-cuantitativo de Materiales Mediante Espectrometría por Fluorescencia de Rayos X							
SALIDAS		LEGISLACIÓN	TOXICIDAD	CONSUMO	RIESGO	RESULTADO	PONDERACIÓN
Emissiones de CO <sub>2</sub> y SO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> .						
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							
<b>Laboratorio:</b> Análisis Químico							
<b>Proceso:</b> 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 <sub>2</sub> 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							
<b>Laboratorio:</b> Análisis Químico							
<b>Proceso:</b> 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 <sub>2</sub>	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
<b>Incidentes</b>	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 <sub>2</sub> durante la preparación de las muestras y estándares.						
<b>Dictamen general</b>	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](http://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](http://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](http://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](http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/ImpactoAmbiental/cap-3.pdf)

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