



658.5
DERe
V. 1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Estudio de Factibilidad Técnica para la Implantación del Centro de
Evaluación Industrial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Cinthia Cristina Pérez Sigüenza

GUAYAQUIL – ECUADOR

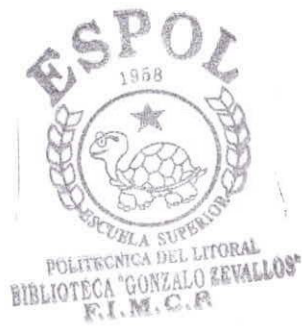
Año: 2004



AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres y hermanos por su amor y presencia, al Dr. Cristian Cárdenas por su ayuda constante, al Ing. Francisco Andrade, director de tesis por sus consejos y paciencia, al Tcnlgo. Víctor Guadalupe y al equipo auditor, al Ing. Eduardo Rivadeneira, Ing. Marcos Tapia y Arq. Rosa E. Rada un reconocimiento muy profundo pues han sido los artífices de mi vida universitaria, los recordaré siempre.

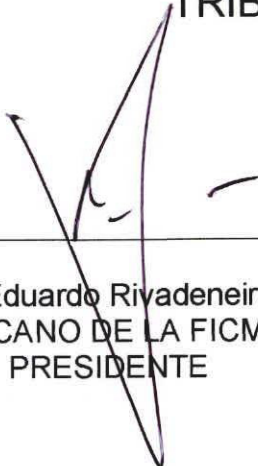
DEDICATORIA



A mis padres y
hermanos, mi inspiración
y fuerza.



TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



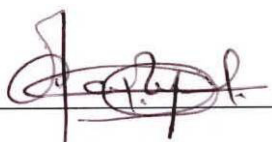
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FICMP
PRESIDENTE



Ing. Francisco Andrade S.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Jorge Duque R.
VOCAL



Ing. Marcos Tapia Q.
VOCAL



Dr. Cristian Cárdenas L.
VOCAL DE HONOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

A handwritten signature in black ink, reading "Cinthia Pérez Sigüenza", written over a horizontal line.

Cinthia Cristina Pérez Sigüenza

RESUMEN

El estudio inicia con el diagnóstico de la situación industrial, determinando el consumo de los principales tipos de energía (electricidad, diesel, fuel oil y GLP) por tipo de industrias, distribuidas en base a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) que las divide en nueve sectores principales:

1. Agricultura, caza, silvicultura y pesca
2. Explotación de minas y canteras
3. Industrias manufactureras
4. Electricidad, gas y agua
5. Construcción
6. Comercio al por mayor y por menor, restaurantes y hoteles
7. Transporte, almacenamiento y comunicación
8. Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas
9. Servicios comunales, sociales y personales



Las industrias seleccionadas para el estudio fueron aquellas situadas en la ciudad de Guayaquil y sus alrededores, lugar donde se implementará el centro, con un consumo mínimo de: \$35,000 /año de energía eléctrica, \$55,000 /año de GLP, \$ 55,000 /año de diesel ó \$55,000 /año de fuel oil, con el fin de asegurar de que el beneficio sea considerable asumiendo que las recomendaciones de mejora presenten ahorros de por lo menos el 10% del costo de energía pagado por la empresa.

De acuerdo a la información obtenida de CATEG (Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil) en el caso de la energía eléctrica, Petrocomercial en el caso de Diesel y Fuel y de las principales comercializadoras de GLP; las Industrias manufactureras CIIU 3, son los principales consumidores de energía, tanto, en número de clientes como en cantidad consumida, representando el 60% del consumo de energía eléctrica, 97% de GLP, 80% de fuel y 37% de diesel, siendo en este último superadas únicamente por dos generadoras eléctricas que consumen el 41% del total de diesel demandado.

Debido a la importancia de este sector se justificó un análisis más detallado utilizando la sub-clasificación CIIU de las Industrias Manufactureras:

- 31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco
- 32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
- 33 Industria de la madera y productos de la madera, incluido muebles
- 34 Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales
- 35 Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico
- 36 Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón
- 37 Industrias metálicas básicas
- 38 Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos
- 39 Otras industrias manufactureras

Para un análisis más detallado se dividió a las industrias por rangos de consumo: más de 500,000 Kwh/año, entre 100,000 y 500,000 Kwh/año y entre 50,000 y 100,000 Kwh/año.

Las industrias del CIIU 31 son importantes dentro de los tres niveles de consumo, constituyendo más del 30% en cada uno. Las del CIIU 36 ubicadas en segundo lugar del consumo total de Industrias manufactureras (27%),



representan sólo el 6% de la población estudiada, influyendo en su alta participación una sola empresa. La mayor parte de este tipo de industrias se encuentra dentro del último rango de consumo.

El 18% de la demanda de energía eléctrica se debe a las industrias del CIIU 35, las que en su mayoría presentan un consumo entre 100,000 y 500,000 Kwh/año constituyendo el 35% del consumo dentro de dicho rango. Su alta participación dentro del total estudiado se deba además al consumo de una empresa con una demanda superior a los 500,000 KWh/año.

En cuarto lugar del total consumido se encuentra el CIIU 37 a pesar de representar solo el 3% de la población estudiada. Esto se debe a la presencia de dos grandes industrias de este tipo situadas dentro del primer nivel de consumo.

Aunque la participación de las industrias del CIIU 38 en relación al consumo total sea baja (3%) se consideran importantes dentro de la industria ecuatoriana, con una participación del 11% de la muestra estudiada ubicándola en tercer lugar después del CIIU 31 y 35. Estas empresas se caracterizan por tener un rango de consumo entre 100,000 y 500,000 KWh/año.

Estudiando el 97% del consumo de GLP demandado por las industrias del CIIU 3, se puede decir que los principales consumidores son las industrias del CIIU 38 con un nivel de consumo entre 100,000 y 500,000 Kg/año seguidas por las industrias del CIIU 31. Vale aclarar que gran porcentaje del consumo se debe a las del CIIU 36 a pesar de su baja participación en número.

Para un análisis más detallado del consumo de diesel se dividió a las industrias por nivel de consumo, siendo los rangos: más de 500.000 gal/año, entre 100,000 y 500,000 gal/año y entre 50,000 y 100,000 gal/año. Se pudo observar que el 60% de las industrias manufactureras presentan un consumo medio de diesel.

El 79% del consumo se debe a las industrias del CIIU 31, permaneciendo en primer lugar en todos los rangos analizados, tanto en consumo, con una participación superior al 70%; como en número, con un mínimo de 63% en el primer rango.

El 11% del consumo total se debe a industrias del CIIU 36 con consumos superiores a los 500,000 gal/año, en tercer lugar las del CIIU 35 con el 4% del total, con un nivel de consumo medio.

De igual manera, para el estudio del consumo de fuel oil, se clasificó a las industrias por nivel demandado de combustible: mayor a 1'000,000 gal/año, entre 250,000 y 100.000 gal/año y entre 80,000 y 250,000 gal/año.

El 47% del total demandado se debe a las industrias del CIIU 36, a pesar de representar el 6% de la población estudiada. Esto se debe a que dichas industrias están situadas en el primer nivel de consumo. En segundo lugar se encuentran las industrias del CIIU 31 con el 28% del total, constituyendo alrededor de la tercera parte del consumo en los dos primeros rangos y el 88% del último. Las industrias del CIIU 34 situadas en tercer lugar, representan el 16% del consumo total, distribuidas de igual manera entre el primer y último nivel de consumo.

Para estudiar las principales características de la industria ecuatoriana y evaluar sus necesidades se realizó una encuesta a una pequeña muestra de industrias manufactureras de la población analizada anteriormente, de lo cual se pudo encontrar que las empresas no tienen un control del gasto por consumo de energía, poseen equipo con un tiempo de uso entre 5 y 9 años, consumiendo principalmente energía eléctrica, diesel y fuel y trabajando las 24 horas.

Las industrias están interesadas en mejorar su situación actual, ya sea con asesorías internas o externas y en su mayoría expresaron interés específicamente en el tipo de servicio prestado por el CEI.

En relación al tipo de servicio ofrecido por el centro, que posee un enfoque integral de los sistemas energéticos y administrativos, no existen empresas en la ciudad de Guayaquil que presenten el mismo tipo de asistencia. Actualmente se encuentran tanto empresas asesoras y consultores privados que ofrecen asesoría en manejo de energía ó mejora de procesos, de manera separada. En ambos casos suelen ser proyectos largos que implican una gran inversión para el cliente.

Basados en la información anterior se realizó el diseño preliminar del servicio, dividido en tres etapas:

1. Recopilación de Información Inicial del Cliente
2. Realización de la Auditoria
3. Realización del Reporte Final

En cada etapa se presenta el proceso de manera gráfica mediante un flujo de proceso y rediseñaron formatos e instructivos de operación. La primera tiene

como objetivo reunir la información básica del cliente, estandarizarla en un formato para difundirla entre el equipo auditor y distribuir las actividades y tareas, la segunda es la ejecución de la auditoria en las instalaciones del cliente, en donde se diseñaron formatos de recolección de información necesaria para la formulación de las recomendaciones y finalmente en la tercera etapa se diseñó el reporte final, con el objetivo de estandarizar su elaboración y mantener uniformidad en los trabajos presentados.

Una vez diseñado el servicio se definieron los requerimientos mínimos necesarios para iniciar con la operación del CEI. En relación a los requerimientos técnicos se necesitará equipo de medición especializado para el desarrollo de las auditorias, equipo de seguridad industrial y equipo de oficina.

Adicionalmente se debe contar con un Director, que posea experiencia en el manejo de sistemas energéticos y productivos, dos Líderes de Equipos, dos estudiantes de Ingeniería Industrial ó Mecánica que trabajen de manera permanente en el centro y Miembros de Equipos, estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica ó Eléctrica que trabajen para el centro cada vez que sus servicios sean requeridos, es decir, para la realización de una evaluación industrial.



Una vez terminado el diseño preliminar se realizó una prueba del servicio en una empresa procesadora de acero de Guayaquil, cuyos principales productos son: tuberías de acero, perfiles de acero, galvanizado de estructura y carpintería metálica. Su producción anual es aproximadamente de 60.000 toneladas de acero, situándola entre las principales industrias de su tipo en el país. Con un costo anual por consumo de energía es aproximadamente de \$ 280.000 USD, en donde el 65% se debe al consumo de electricidad y el 35% restante al diesel.

El director del equipo fue el Ing. Francisco Andrade S., el líder del equipo fue el estudiante encargado del estudio de factibilidad técnica para la implantación del CEI en la ESPOL.. Adicionalmente el equipo estuvo formado por un egresado de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial (IAPI), responsable del estudio de factibilidad financiera de la implantación del centro, dos estudiantes de Ingeniería Mecánica y dos estudiantes del IAPI.

Una vez obtenida la información inicial del cliente se la distribuyó entre los miembros del equipo durante una reunión previa al día de la auditoria, donde además se definieron las tareas de cada persona.

Al finalizar la auditoria se realizó una reunión en donde se expusieron las posibles recomendaciones y se delegaron las actividades para el desarrollo de la presentación final.

Durante la realización del informe hubo la necesidad de contactar a la contraparte de la empresa cliente, debido a que faltaba cierta información para el desarrollo de las recomendaciones. Es por esto que dos miembros del equipo tuvieron que realizar una visita complementaria para levantar la información adicional requerida.

Como resultado de la Evaluación Industrial realizada se obtuvieron 11 recomendaciones: 4 en el área energética, 3 en mejora de la productividad y 4 no cuantificables, las que presentan ahorros de \$53,828.69 anuales que representa el 20% del costo por consumo de energía.

Las recomendaciones presentadas fueron:

RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS

1. Redistribución del Sistema de Iluminación
2. Cambio de Bandas de motores
3. Aislamiento Caldero y Línea de vapor



4. Instalar aislamientos verticales en las aberturas de entrada y salida de materiales de la cámara de secado

RECOMENDACIONES PRODUCTIVAS

1. Mejora en el Sistema de Ventilación
2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado
3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras

RECOMENDACIONES NO CUANTIFICABLES

1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad
2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)
3. Implementación de programa de Orden y Limpieza
4. Mejora en la utilización del caldero

Con los resultados del diseño de la prueba del diseño preliminar se realizó el diseño final del servicio.

Se mantuvo la división del servicio en tres etapas, siendo el proceso de la primera etapa: PII - 001 **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE** en el que se utilizaron los siguientes formatos:

- FII – 001 Formulario de Información Inicial de la Empresa, que es enviado al cliente para solicitar de manera estandarizada la información necesaria

previa a la auditoria. Se incluyeron campos de ingreso de información para conocer la producción anual en unidades y en dólares (a precio de venta) y si cuentan con: estándares de producción, sistemas de seguridad industrial y procedimientos de trabajo definidos, de esta manera poder evaluar la administración de la producción de la empresa.

- FII – 002 Antecedentes del Cliente, el cual es utilizado para procesar la información inicial del cliente y distribuirla entre los miembros del equipo. Este hace referencia al Instructivo 01 con indicaciones para su uso. Los campos adicionales del formato FII – 001 también se encuentran en el formato FII – 002.
- FII – 003 Levantamiento de información de equipos en visita previa. Es utilizado en caso de que la empresa no entregue la información básica necesaria de equipos para iniciar con la auditoria. Hace referencia al Instructivo 011
- FII – 004 Levantamiento de Información de procesos en visita previa. Es utilizado en caso de que la empresa no entregue la información básica necesaria en relación a procesos para iniciar con la auditoria. Hace referencia al Instructivo 012

En el caso de que la empresa no haya definido bien el proceso productivo y no posea el listado de equipos con especificaciones y planos de sus instalaciones se debe hacer visita previa para levantar la información necesaria, utilizando los formatos FII – 003 y FII – 004 para equipos y procesos, respectivamente

Toda la información obtenida y generada debe ser archivada en la carpeta, física y magnética, del cliente y ser manejada con absoluta confidencialidad.

Una vez terminada la primera etapa se realiza el proceso PA – 001 **REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA.** Se incluyó el formato FA – 009 Levantamiento de Información de Procesos, para recolectar información referente a los procesos productivos de la empresa. El rediseño de los formatos se basó en la información que fue levantada durante la prueba del diseño preliminar.

Obtenida la información necesaria se da inicio a la etapa de **REALIZACIÓN DEL REPORTE FINAL.** Como resultado se obtienen las recomendaciones finales, el balance energético y la cuantificación de los beneficios esperados. Esta información se la entrega al cliente en un reporte final ya definido y estructurado.

Como resultado del análisis de la ejecución del servicio se puede concluir que la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) está en capacidad de ofrecer el servicio de evaluaciones industriales, ya que el personal que participó en la prueba demostró poseer los conocimientos básicos necesarios para realizar las tareas demandadas en el mismo.

Con el objetivo de que el servicio ofrecido sea ágil y eficiente se debe planificar capacitación permanente para el personal que aspire a participar en las evaluaciones.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	XV
ABREVIATURAS.....	XVIII
SIMBOLOGÍA.....	XX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INDUSTRIAL.....	4
1.1 Perfil del Consumo de Energía por Tipo de Industria.....	4
1.2 Evaluación de la Necesidad del Servicio.....	48
1.3 Análisis de Servicios Relacionados.....	53

CAPITULO 2

2. DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES.....	58
2.1 Diseño del Servicio.....	58
2.2 Requerimientos Técnicos.....	75
2.3 Requerimientos Humanos.....	80

CAPITULO 3

3. PRUEBA DEL DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	83
3.1 Preparación del Servicio de Evaluaciones Industriales.....	83
3.2 Antecedentes de la Industria Evaluada.....	87
3.3 Resultados Obtenidos.....	97

CAPITULO 4

4. DISEÑO DEFINITIVO DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES.....	104
4.1 Recolección de Información Inicial.....	105
4.2 Realización de la Auditoria.....	109
4.3 Realización del Reporte Final.....	116

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

°C	Grados Centigrados
°K	Grados Kelvin
°F	Grados Fahrenheit
Amp	Amperio
BTU	Unidad Térmica Británica
Btu/lb	Unidad Térmica Británica/libras
CATEG	Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil
CEI	Centro de Evaluación Industrial
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
gal	galones
gal/año	galones/año
gal/hora	galones/hora
GLP	Gas Licuado de Petróleo
H/H	Horas/hombre
HP	Horse Power
hr	Horas
IAC	Industrial Assessment Center
J/seg	Joule/segundo
kcal/kg	Kilocaloría/kilogramo
Kg	Kilogramo
kg/hr	Kilogramo/hora
kJ/hr	KiloJoule/hora
kJ/kg.°K	KiloJoule/Kilogramo*Grados Kelvin
KJ/seg	KiloJoule/segundo
KW	Kilovatio
KWh	Kilovatio hora
KWh/año	Kilovatio hora/año

m	metro
m3/hr	metro cúbico/hora
ppm	partes por millón
ROI	Retorno de la Inversión.
Ton	Toneladas
TRS	Tiempo de recuperación simple.

SIMBOLOGÍA

Q_{ahorrado}	Ahorro en consumo de energía.
A	Área superficial.
C_{p_g}	Calor específico de los gases de escape.
C_{p_a}	Calor específico del aire de admisión.
h_r	Coeficiente de convección (por prop. de superficie).
h_c	Coeficiente de convección (por ventilación).
K	Conductividad térmica del material.
s	Constante de Stefan-Boltzmann (5.67×10^{-8}).
N	Eficiencia del sistema de generación de vapor.
e	Emisividad de la superficie del cuerpo (0 a 1).
h_{fW}	Entalpía de líquido saturado del agua de alimentación.
h_{fP}	Entalpía de líquido saturado del agua de purga.
h_W	Entalpía del agua de alimentación.
h_P	Entalpía del agua de purga.
h_{gV}	Entalpía del vapor producido por la caldera.
h_V	Entalpía del vapor.
X	Espesor del aislante.
EA	Exceso porcentual de Aire.
Q_{perdido}	Flujo de energía calorífica que sale del sistema.
Q	Flujo de energía calorífica.
Q_W	Flujo de energía que entra en el agua de alimentación.
Q_a	Flujo de energía que entra en el aire de admisión.
Q_f	Flujo de energía que entra en el combustible.
Q_P	Flujo de energía que sale con el agua de purga.
Q_V	Flujo de energía que sale con el vapor producido.
Q_g	Flujo de energía que sale con los gases de escape.
Q_{pc}	Flujo de energía que sale por paredes del caldero.
Q_{ps}	Flujo de energía que sale por paredes del supercalentador.
Q_{S1}	Flujo de energía que sale por paredes del tramo L1.
Q_{S2}	Flujo de energía que sale por paredes del tramo L2.

Q_{S3}	Flujo de energía que sale por paredes del tramo L3.
Q_{S4}	Flujo de energía que sale por paredes del tramo L4.
Q_{S5}	Flujo de energía que sale por paredes del tramo L5.
Q'_{in}	Flujo energético que entra al sistema.
Q'_{out}	Flujo energético que sale del sistema.
m'_w	Flujo másico de agua de alimentación.
m'_p	Flujo másico de agua de purga.
m'_a	Flujo másico de aire de admisión.
m'_f	Flujo másico de combustible.
m'_g	Flujo másico de gases de escape.
m'_{in}	Flujo másico que entra al sistema.
m'_{out}	Flujo másico que sale del sistema.
v'_f	Flujo volumétrico de combustible.
NTOT	Número total de moles.
PC_f	Poder Calorífico de Combustible (Diesel).
PC_{INF}	Poder Calorífico Inferior.
PC_{SUP}	Poder Calorífico Superior.
P_v	Presión de vapor.
P	Presión.
$m'g/f]_{estq}$	Relación másica aire-combustible estequiométrica.
$m'g/f]_{real}$	Relación másica aire-combustible real.
T_a	Temperatura ambiental.
T_{sc}	Temperatura superficial del supercalentador.
T_s	Temperatura superficial.
T	Temperatura.

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Consumo De Energía Eléctrica Por Tipo de Industria..... 6
Figura 1.2	Consumo De Energía Eléctrica Por Tipo De Industria Manufacturera.....9
Figura 1.3	Distribución Del Consumo Industrial Superior A 500,000 Kwh Al Mes..... 11
Figura 1.4	Distribución De La Demanda Eléctrica De Industrias Manufactureras Con Consumo Superior A 500,000 Kwh Al Mes..... 12
Figura 1.5	Distribución Del Consumo Industrial Entre 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh Al Mes.....14
Figura 1.6	Distribución De La Demanda Eléctrica De Industrias Manufactureras Con Consumo Entre 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh Al Mes..... 16
Figura 1.7	distribución del consumo industrial entre 50.000 kwh y 100.000 kwh al mes.....17
Figura 1.8	Distribución De La Demanda Eléctrica De Industrias Manufactureras Con Consumo Entre 50.000 Kwh Y 100.000 Kwh Al Mes..... 18
Figura 1.9	Consumo De Glp Por Tipo De Industria.....20
Figura 1.10	Consumo De Glp Por Tipo De Industria Manufacturera..... 21
Figura 1.11	Distribución Del Consumo Industrial De Glp Superior A 500.000 Kg /Año.....23
Figura 1.12	Distribución De La Demanda De Glp En Industrias Con Consumo Entre 100.000 Y 500.000 Kg Glp/Año.....24
Figura 1.13	Consumo De Diesel Por Tipo De Industria.....25

Figura 1.14	Consumo De Diesel Por Tipo De Industria Manufacturera.....	27
Figura 1.15	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Con Consumo Superior A 500.000 Gal Anuales.....	29
Figura 1.16	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Manufactureras Con Un Consumo Superior A 500.000 Gal/Año.....	30
Figura 1.17	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Con Consumo Entre 100.000 Gal Y 500.000 Gal Anuales.....	31
Figura 1.18	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Manufactureras Con Un Consumo Entre 100.000 Y 500.000 Galones Al Año.....	33
Figura 1.19	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Con Consumo Entre 50.000 Y 100.000 Gal Anuales.....	35
Figura 1.20	Distribución De La Demanda De Diesel En Industrias Manufactureras Con Un Consumo Entre 50.000 Y 100.000 Galones De Diesel Al Año.....	36
Figura 1.21	Consumo De Fuel Por Tipo De Industria.....	38
Figura 1.22	Consumo De Fuel Por Tipo De Industria Manufacturera.....	39
Figura 1.23	Distribución De La Demanda De Fuel En Industrias Con Un Consumo Superior A Un Millón De Galones Al Año.....	41
Figura 1.24	Distribución De La Demanda De Fuel En Industrias Manufactureras Con Un Consumo Superior A 1'000.000 Galones Al Año.....	42
Figura 1.25	Distribución De La Demanda De Fuel En Industrias Con Un Consumo Entre 250.000 Y 1'000.000 Galones Al Año.....	45
Figura 1.26	Distribución De La Demanda De Fuel En Industrias Manufactureras Con Un Consumo Superior A 1'000.000 Galones Al Año.....	44
Figura 1.27	Distribución De La Demanda De Fuel En Industrias Con Consumo Entre 80.000 Y 250.000 Gl/Año.....	47

Figura 2.1	PII – 001 Proceso De Recopilación De Información Inicial Del Cliente.....	61
Figura 2.2	PA – 001 Proceso De Realización De La Auditoria.....	65
Figura 2.3	PR – 001 Proceso De Realización Del Reporte Final.....	70
Figura 3.1	Distribución De Áreas De La Empresa.....	89
Figura 3.2	Proceso De Producción De Planchas, Tuberías Y Perfiles.	90
Figura 3.3	Proceso De Producción De Galvanizado De Estructuras Y Tuberías Metálicas.....	92
Figura 3.4	Distribución Del Costo De Energía Eléctrica Por Equipos.	96
Figura 4.1	PII – 001 Proceso De Recolección De Información Inicial Del Cliente.	106
Figura 4.2	Análisis De PII – 001 Proceso De Recolección De Información Inicial Del Cliente.	109
Figura 4.3	PA – 001 Proceso De Realización De La Auditoria.....	111
Figura 4.4	Análisis De PA – 001 Proceso De Realización De La Auditoria.	116
Figura 4.5	PR – 001 Proceso De Realización Del Reporte Final.....	118
Figura 4.6	Análisis De PR – 001 Proceso De Realización Del Reporte Final.	125

INTRODUCCIÓN

La crisis económica por la que está atravesando el país afecta directamente al sector industrial. Una de las medidas tomadas por este sector para enfrentar la crisis es la eliminación del presupuesto destinado a la inversión en nuevos equipos y mejora de equipos y procesos existentes, por lo que trabajan con equipos y procesos obsoletos e ineficientes lo que representa un gasto operativo elevado.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) interesada en presentar propuestas de mejora a las industrias propone implantar el Centro de Evaluación Industrial (CEI), que a través de auditorías industriales presentará oportunidades de ahorro de energía y mejoras en la producción, impactando directamente en los costos y mejorando su nivel competitivo.

Como parte del convenio existente entre la Universidad de Florida y la ESPOL, se recibirá asesoría del Industrial Assessment Center (IAC UF) que funciona dentro de dicha universidad con objetivos similares a los planteados por el CEI. La primera sesión de asesoría ya fue realizada en Gainesville, Florida, en la cual se explicó la estructura administrativa del centro y el desarrollo de las auditorías industriales.

Por esta razón se plantea como objetivo de esta tesis diseñar el servicio de evaluaciones industriales que ofrecerá el centro mediante la determinación de los requerimientos mínimos de operación y el análisis de una muestra del sector industrial para determinar la viabilidad técnica de implantar el CEI en la ESPOL.

El estudio inicia con un diagnóstico de la situación industrial, mediante el análisis del consumo de energía por tipo de industria y la realización de una encuesta a una muestra de empresas para definir el tipo de servicio requerido por las industrias en el área de desempeño del centro. Además se examinan los servicios ofrecidos por otras compañías relacionados con las actividades del CEI.

Con la información obtenida del diagnóstico inicial se realiza el diseño preliminar del servicio de evaluaciones industriales, definiendo los requerimientos técnicos y humanos mínimos necesarios para la prestación del servicio.

Una vez estructurado el diseño preliminar del servicio se realiza una prueba de campo de las "Evaluaciones Industriales" que ofrecerá el centro, de esta manera se evalúan la efectividad del servicio diseñado y los beneficios esperados.

Los resultados de la prueba de campo servirán para construir el diseño final del servicio, formalizando el proceso de preparación para las evaluaciones, los formatos de recolección de información y el reporte final, con el fin de crear un proceso estructurado y estandarizado para las futuras evaluaciones industriales.

Finalmente con la información de cada una de las etapas del estudio y con los resultados de las mismas se presentarán las conclusiones y recomendaciones para el diseño de servicio que ofrecerá el CEI en la ESPOL

Los resultados esperados de esta tesis serán el diseño definitivo del servicio que ofrecerá el Centro de Evaluaciones Industriales, con procesos definidos y estandarizados, detallados en un instructivo para el ejercicio de las actividades del centro, junto con los requerimientos mínimos para iniciar su implantación.



CAPÍTULO 1

1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INDUSTRIAL

El Centro de Asesoría Industrial (CEI) de la ESPOL tiene propuesto iniciar sus operaciones en Guayaquil, es por esta razón que se tomó como población objeto de estudio a las industrias situadas en dicha ciudad y en sus alrededores, ya que ellas serán los principales clientes del Centro.

1.1 Perfil del consumo de energía por tipo de industria.

El análisis del consumo de energía por tipo de industria se enfocó en dos fuentes de energía: electricidad y combustibles derivados del petróleo, específicamente: gas licuado de petróleo (GLP), diesel y fuel.

Para el estudio de las industrias se utilizó la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, CIIU, que divide al sector industrial en nueve sectores principales:

1. Agricultura, caza, silvicultura y pesca
2. Explotación de minas y canteras
3. Industrias manufactureras
4. Electricidad, gas y agua
5. Construcción
6. Comercio al por mayor y por menor, restaurantes y hoteles
7. Transporte, almacenamiento y comunicación
8. Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas
9. Servicios comunales, sociales y personales

Las industrias seleccionadas para el estudio del consumo de energía eléctrica fueron aquellas con una utilización mayor a los 35.000 Kwh al mes, debido a que si se espera que las recomendaciones representen ahorros de por lo menos 10% de su cuenta de energía eléctrica, dichas industrias disminuirán sus costos en \$3,500 USD anuales aproximadamente, cifra representativa para las empresas ecuatorianas.

En base a la información obtenida de la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG), encargada del suministro eléctrico de la ciudad de Guayaquil, se realizó un análisis de la participación de cada sector en base a: consumo y número de usuarios (Apéndice A) .

En el siguiente gráfico se muestra el porcentaje de consumo de energía eléctrica por sectores.

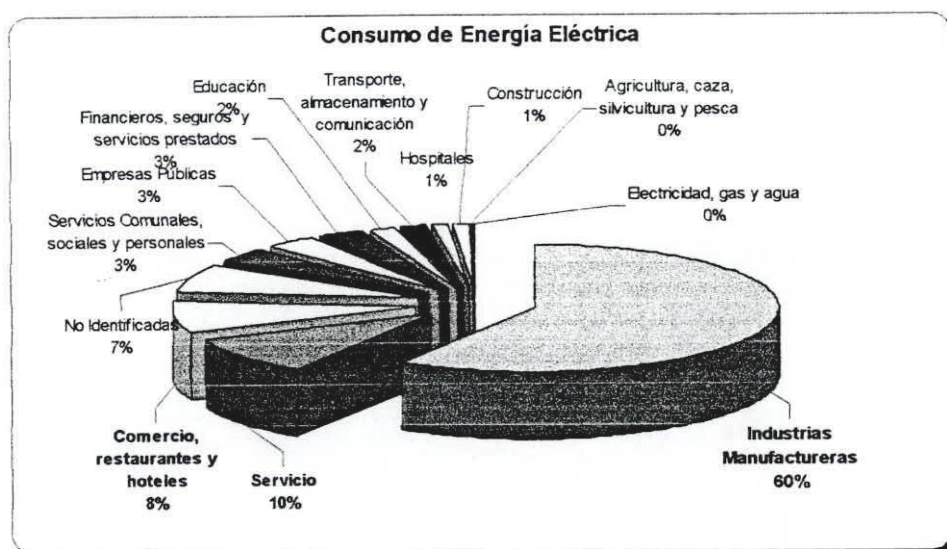


FIGURA 1.1 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO DE INDUSTRIA

Además de los nueve sectores de la clasificación CIIU se puede observar dos adicionales: Servicio y No identificadas. Las

industrias clasificadas como de servicio son aquellas en las que no se pudo obtener información suficiente acerca del tipo de servicio ofrecido por las mismas como para ubicarlas dentro del código CIIU. En el caso de las No identificadas no se pudo obtener ningún tipo de información acerca de su actividad.

En la figura se puede observar que el sector de Industrias manufactureras (CIIU 3) es el más importante en consumo y en número de usuarios. Representan el 31% de la población estudiada con un consumo del 59.1% respecto del consumo total. Es por esto que más adelante se muestra un estudio más detallado del CIIU 3.

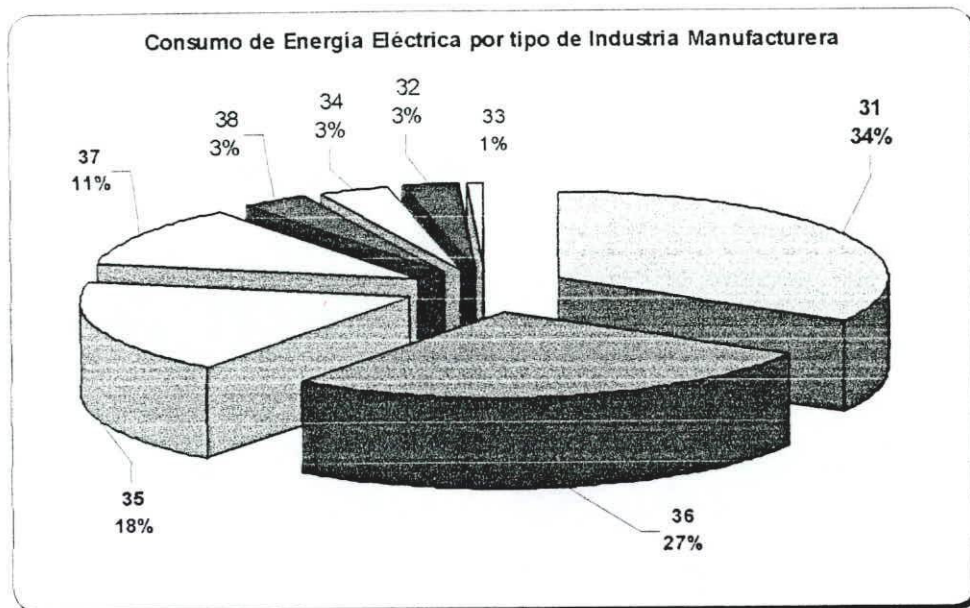
En segundo y tercer lugar de importancia por consumo se encuentran las Industrias de servicio y las de Comercio, restaurantes y hoteles con el 10% y 8%, respectivamente.

El consumo eléctrico de las empresas de servicio se debe mayormente a la utilización edificios donde desarrollan sus actividades. En el caso de las industrias del CIIU 6 los principales usuarios son los hoteles, centros comerciales y supermercados.

Las 155 industrias del CIIU 3 fueron agrupadas en nueve sub-sectores, de acuerdo a la clasificación CIIU, que son:

- 31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco
- 32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
- 33 Industria de la madera y productos de la madera, incluido muebles
- 34 Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales
- 35 Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico
- 36 Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón
- 37 Industrias metálicas básicas
- 38 Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.
- 39 Otras industrias manufactureras

Basados en la información del consumo de energía eléctrica por sub-sector de las Industrias Manufactureras (Apéndice B) se obtuvo la siguiente distribución:



**FIGURA 1.2 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO
DE INDUSTRIA MANUFACTURERA**

De acuerdo al gráfico se puede observar que los principales sub-sectores son: CIIU 31 con el 34% del consumo total, seguido por el CIIU 36 que representa el 27 % del consumo de las Industrias Manufactureras, en tercer lugar el CIIU 35 con el 18 % y en cuarto el CIIU 37 que constituye el 11 % del total consumido. Juntos estos cuatro sub-sectores representan el 89 % del consumo total de energía eléctrica de las Industrias Manufactureras.

Las industrias del CIIU 36 pese a su bajo participación en número de industrias están ubicadas en el segundo lugar por consumo,

esto se debe a que en dicho sector existe una importante industria cementera, que por su gran volumen de producción representa alrededor del 25% de la demanda eléctrica del CIIU 3.

Un fenómeno similar ocurre con las industrias del CIIU 37, a causa de dos empresas del sector que juntas constituyen más del 90% del consumo de dicho sub-sector.

También se realizó un análisis de la participación de los diferentes tipos de industrias por nivel de consumo. Los rangos utilizados fueron: más de 500.000 Kwh al mes, entre 100.000 y 500.000 Kwh al mes y entre 50.000 y 100.000 Kwh al mes.

Las industrias con un consumo mayor a los 500.000 Kwh al mes totalizan el 6% de la población estudiada. Dentro de este rango las Industrias Manufactureras representan el 70% de la población con una participación del 85% del consumo, seguidas por las Industrias de servicios comunales, sociales y personales con el 7% del consumo y 17% del total de esta categoría (Apéndice C).



Las Industrias de transporte, almacenamiento y comunicación se sitúan en tercer lugar con el 4% del total consumido, debido a la alta demanda eléctrica de una sola empresa del sector.

Finalmente en el sector de Comercio, restaurantes y hoteles se encuentran dos importantes hoteles de la ciudad que juntos constituye el 3.2% del consumo.

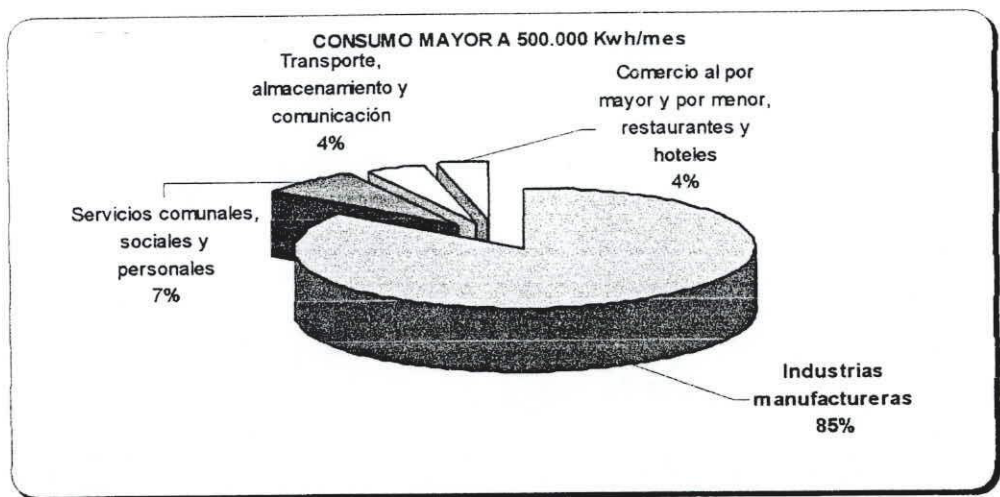


FIGURA 1.3 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO INDUSTRIAL
SUPERIOR A 500.000 Kwh AL MES

Dentro de las Industrias Manufactureras que se encuentran en este nivel de consumo las dos principales son las Industrias de fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los

derivados del petróleo y del carbón con el 40% del consumo y las Industrias alimenticias, de bebidas y tabaco con el 30%.

Vale señalar que en este nivel de consumo existe una sola empresa del CIIU 36 y del CIIU 35, que debido a su alta producción e importancia en el mercado representan por sí solas el 38% y 5% del total consumido dentro de este rango (Apéndice D).

Un fenómeno similar sucede en las Industrias metálicas básicas, las que poseen una demanda superior al promedio de las industrias del CIIU 31, pero debido a su baja participación en número de industrias sólo representan el 4% del consumo.

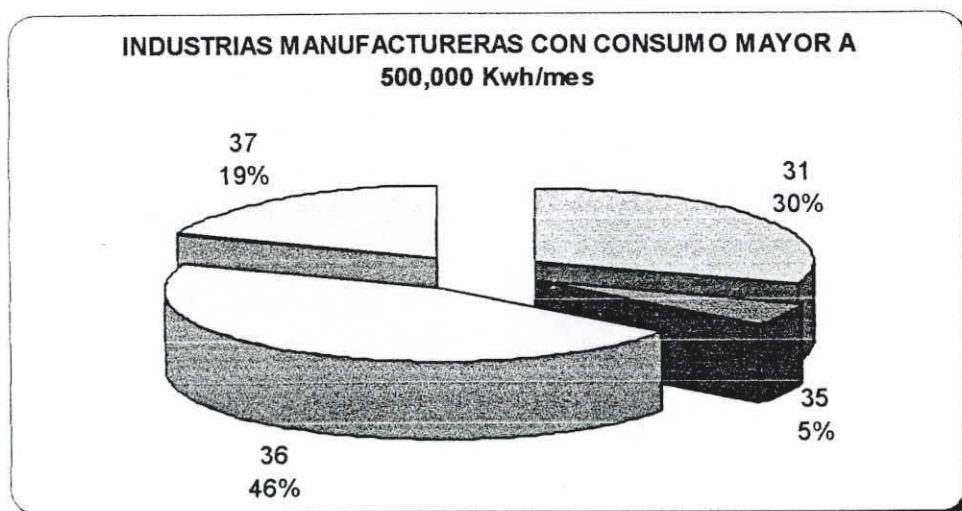
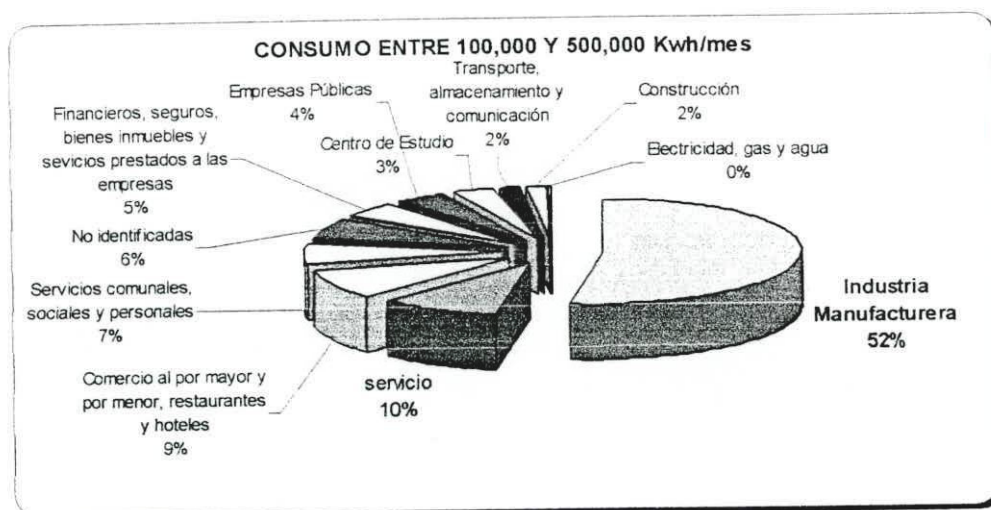


FIGURA 1.4 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DE
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO SUPERIOR
A 500.000 Kwh AL MES

El siguiente nivel de consumo: entre 100.000 y 500.000 Kwh al mes está formado por el 44% de las industrias estudiadas, y al igual que el en la categoría anterior las Industrias manufactureras son las principales consumidores con el 52% del total demandado y 45% de la muestra.

Dentro de este rango se puede observar la participación de muchos más sectores, como los financieros, de transporte, empresas públicas, centros de estudio, entre otros.

El 10% del consumo de este nivel se debe a las empresas de servicio por el uso de equipos eléctricos dentro de edificios (sistema de iluminación, computadoras, acondicionadores de aire, etc). Al igual que en el sector de Comercio, restaurantes y hoteles que representa el 9% del consumo y 12% de la muestra, dentro de los cuales se tiene mayormente a hoteles y supermercados.



**FIGURA 1.5 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO INDUSTRIAL
ENTRE 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh AL MES**

El consumo de las Industrias Manufactureras dentro de este nivel se debe principalmente a las Industrias alimenticias, de bebidas y tabaco (CIU 31) y las Industrias de fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico (CIU 35), con el 39% y 35 % del consumo, respectivamente.

A diferencia del nivel de consumo anterior, se puede observar la participación de más sectores de la industria manufacturera como: Industria Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales, que presenta una participación similar a la Industria de fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, construcción de

aparatos y suministros eléctricos n.e.p. de 8% del consumo. la Industria de textiles, prendas de vestir e industria del cuero con el 7% del total y finalmente la Industria de fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón que posee el 3% del consumo total.

En el Apéndice F se muestra la participación de cada sector del CIIU 3 respecto al consumo y número de industrias. Debido a que no existe gran variación de la cantidad demandada por cada empresa, cada sector presenta participaciones similares en los dos factores estudiados. De esta manera los sectores con más número de industrias presentan una mayor participación en el consumo total.



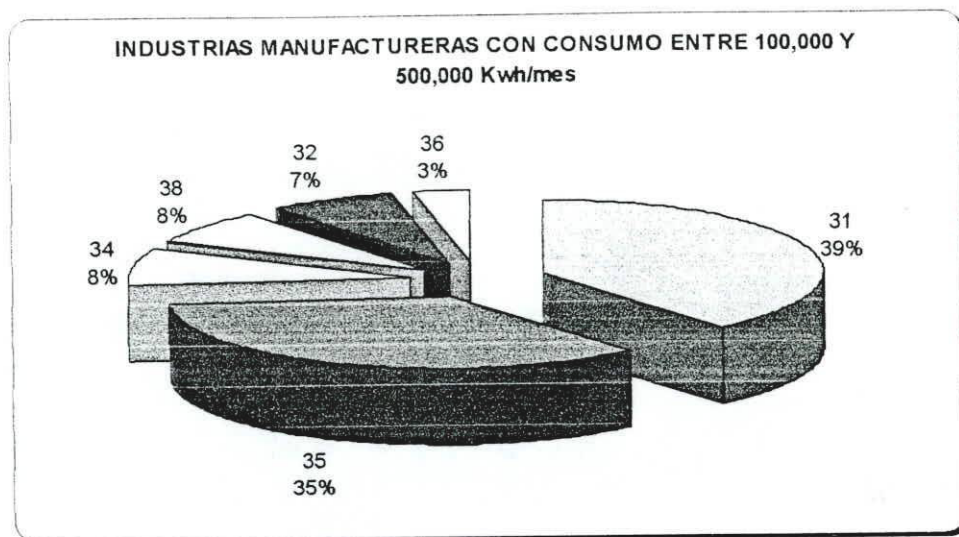
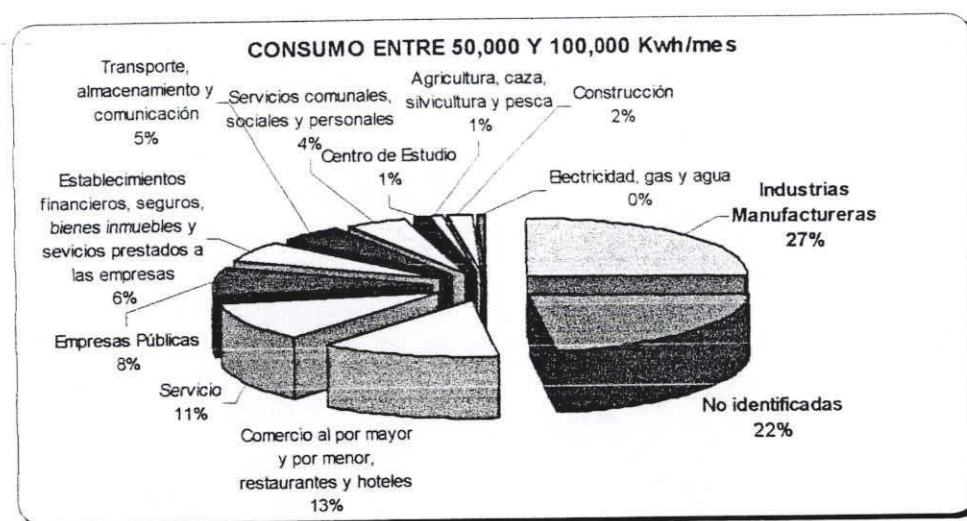


FIGURA 1.6 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DE INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh AL MES

Se puede observar que al disminuir el nivel de consumo de energía eléctrica aumenta la participación de los diferentes sectores industriales y el número de usuarios, el cual corresponde a la mitad de la muestra examinada. Es así como en el último rango de consumo eléctrico estudiado se encuentran todos los sectores analizados, con excepción del CIIU 2: Explotación de Minas y Canteras.

Al igual que en la categoría anterior la participación en el nivel de consumo está relacionada al número de industrias de cada sector (Apéndice G).

Las Industrias manufactureras continúan siendo los principales consumidores de energía eléctrica, a pesar de disminuir su participación al 27% del consumo total.



**FIGURA 1.7 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO INDUSTRIAL
ENTRE 50.000 Kwh Y 100.000 Kwh AL MES**

El consumo, dentro de las Industrias Manufactureras de este nivel, se encuentra dividido entre los ocho primeros sub-sectores del CIIU 3, y a diferencia de los niveles anteriores existen cuatro

consumidores principales que juntos representan el 81% del consumo total.

El sub-sector más importante es el de fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico con el 35%, seguido por las Industrias alimenticias, de bebidas y tabaco con el 31%. En tercer lugar respecto a consumo se encuentran las Industrias de fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, construcción de aparatos y suministros eléctricos y en cuarto las Industrias de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón con el 9 y 6% respectivamente.

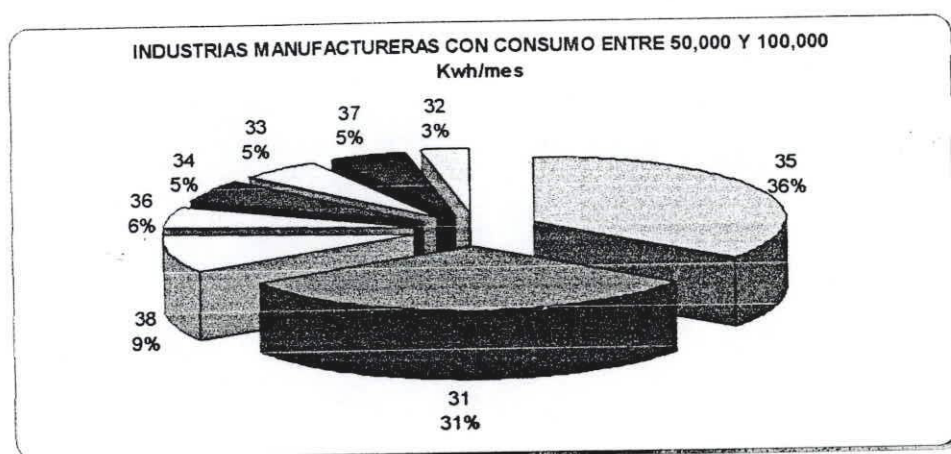


FIGURA 1.8 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DE INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Kwh Y 100.000 Kwh AL MES

Finalmente se realizó el estudio del perfil del consumo de combustibles derivados de petróleo por tipo de industria, el cual se centró en: GLP, Diesel y fuel.

Primero se analizará el consumo del Gas Licuado de Petróleo (GLP), para lo cual se solicitó información a las principales comercializadoras a nivel industrial, quienes proporcionaron datos aproximados del consumo anual de sus clientes más importantes.

Las industrias seleccionadas para el estudio presentan una demanda sobre los 130.000 Kg de GLP al año, con el propósito de obtener ahorros superiores a los \$5.500 USD anuales en caso de disminuir el consumo en un 10%. Estas representan el 29 % de la población consumidora de GLP en la ciudad de Guayaquil y sus alrededores, pero cerca del 90% de los ingresos de las distribuidoras.

El 97% del consumo industrial de GLP, dentro del rango seleccionado, está concentrado en las Industrias Manufactureras, que representan el 92% de la población estudiada. El restante 3%



está compuesto por las Industrias de servicio, mayormente las de comercio y restaurantes.



FIGURA 1.9 CONSUMO DE GLP POR TIPO DE INDUSTRIA

Para un análisis más detallado del sector manufacturero se dividieron a dichas industrias en los nueve sub-sectores del CIIU 3.

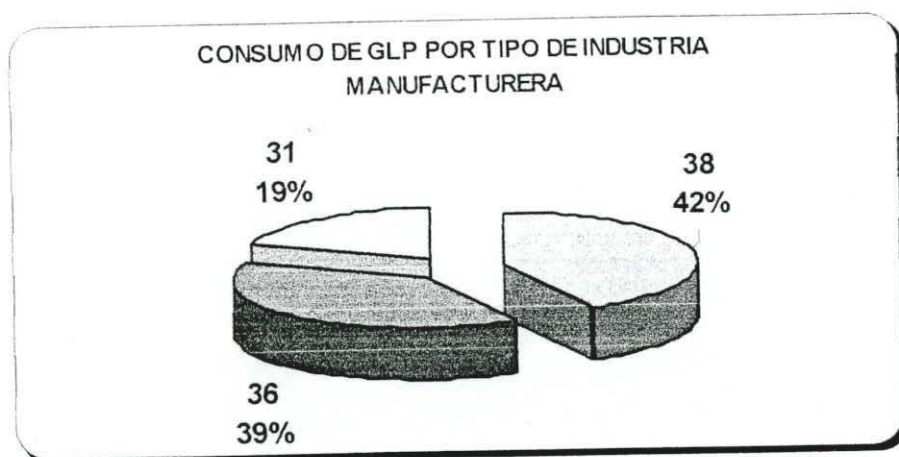


FIGURA 1.10 CONSUMO DE GLP POR TIPO DE INDUSTRIA
MANUFACTURERA

Se puede observar que el consumo de GLP en la ciudad de Guayaquil está distribuido en tres tipos de Industrias manufactureras.

El CIIU 38. Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos es el principal consumidor con el 42% del total, seguido por las Industrias de fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón con el 39%. Finalmente se encuentran las Industrias alimenticias, de bebidas y tabaco que representan el 19% del consumo del CIIU 3.

El elevado porcentaje en la participación en el consumo de GLP del CIIU 38 y CIIU 36 no es consecuencia de una alta población de este tipo de industria en la ciudad de Guayaquil, se debe a la existencia de dos grandes industrias ubicadas en dichos sub-sectores, los cuales representan alrededor de la mitad del consumo dentro de su clasificación.

Adicionalmente se realizó un análisis de la participación de los diferentes sectores industriales por nivel de consumo. Los rangos empleados fueron: superior a 500.000 Kg GLP/año y entre 100.000 Kg GLP/año y 500.000 Kg GLP/año.

Dentro del primer rango, utilización mayor a los 500.000 Kg anuales de GLP, únicamente se encuentran dos tipos de industrias manufactureras: Fabricación de productos metálicos, maquinaria, equipo, construcción de aparatos y suministros eléctricos con el 63% y Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón con el 37% del consumo, como consecuencia de las dos importantes industrias que se mencionaron anteriormente.

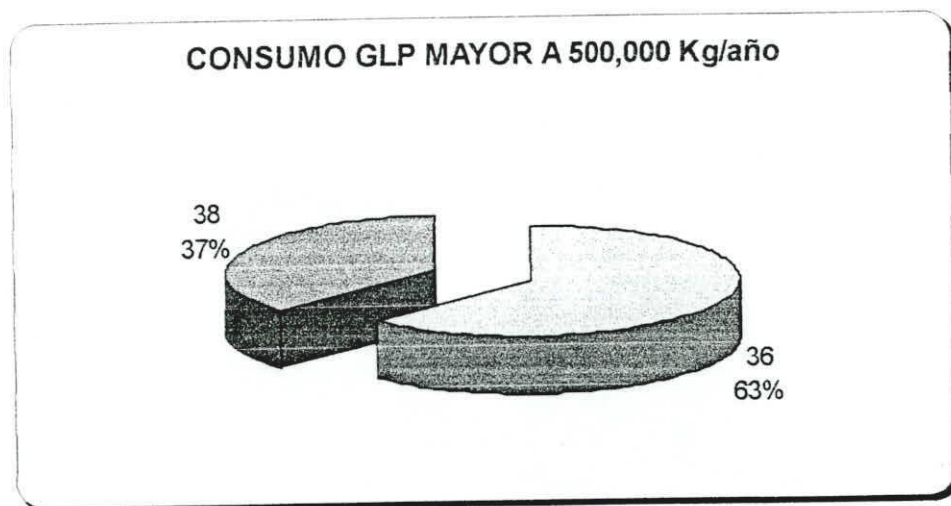


FIGURA 1.11 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO INDUSTRIAL DE
GLP SUPERIOR A 500.000 KG /AÑO

A pesar de que las industrias con un nivel de consumo superior sólo representan el 28% de la población estudiada, constituyen el 59% del consumo de toda la población, debido a la alta utilización de GLP por las industrias mencionadas

En el siguiente nivel se puede observar que las industrias del CIIU 38 mantienen un alto porcentaje del consumo total que representa el 38%. Las industrias del CIIU 31 se encuentran reunidas dentro de este rango y constituyen el 45% del total consumido. En último lugar se observan a las Industrias de servicio con el 7% del consumo.

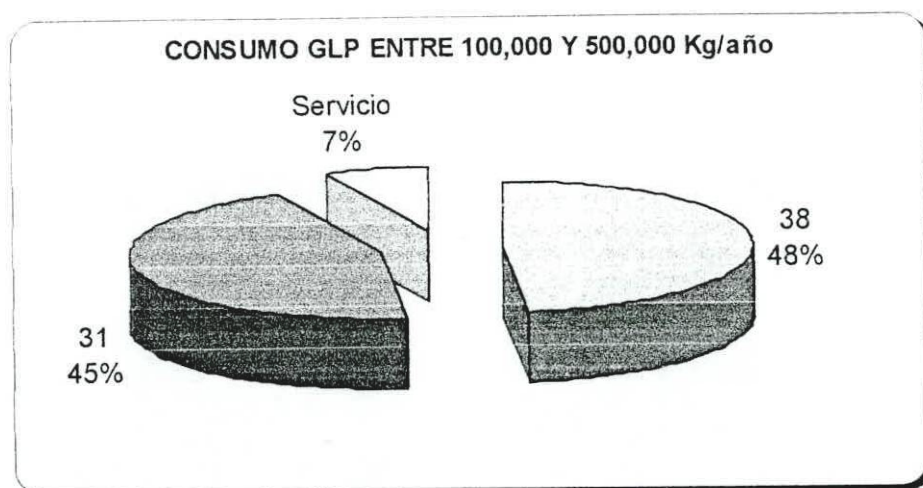


FIGURA 1.12 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE GLP EN
INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Y 500.000 KG
GLP/AÑO

Para el análisis de la demanda de diesel y fuel se obtuvo información del consumo anual las principales industrias de Guayaquil y sus alrededores registrado por Petrocomercial, que es la encargada de abastecer al Ecuador de dichos combustibles.

Se seleccionaron industrias que podrían estar interesadas en los servicios ofrecidos por el CEI, es decir que presenten un consumo superior a los 55.000 gl de diesel la año, debido a que si se recomienda un ahorro mínimo del 10% del gasto en diesel se reducirían los gastos en \$5.500 dólares anuales aproximadamente.

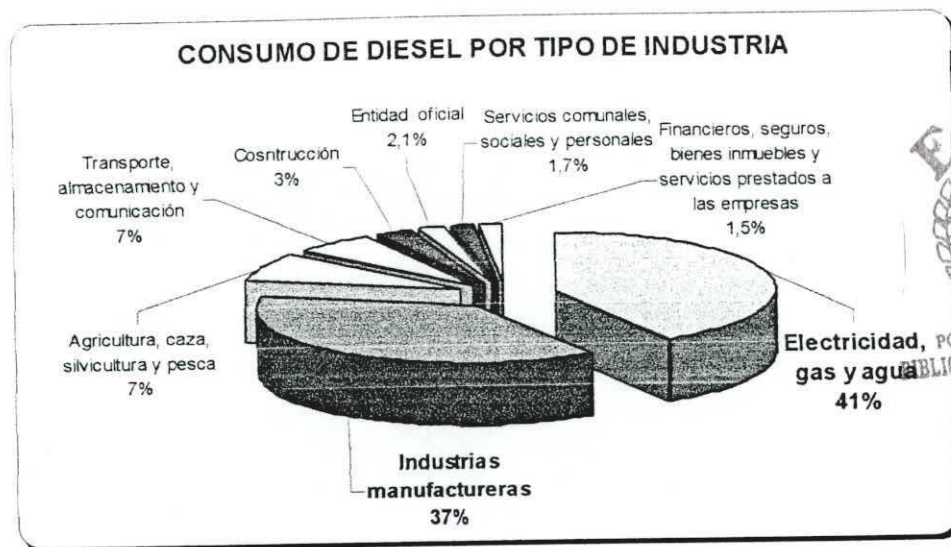


FIGURA 1.13 CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA

En el gráfico se puede observar que el mayor volumen de diesel entregado tiene como destino a las industrias de electricidad, gas y agua, que representan el 41% del consumo. Esto se debe a la presencia de dos grandes generadoras eléctricas cuya principal fuente de energía es el diesel.

En segundo lugar se encuentran las industrias manufactureras con el 37% del consumo, que además presentan el mayor número de consumidores con el 53% de la población estudiada (Apéndice L). Más adelante se estudiará con más profundidad este sector.

Las industrias de agricultura, caza, silvicultura y pesca (CIIU 1) participan con el 7% del consumo, debido a las numerosas haciendas y camaroneras cercanas a la ciudad de Guayaquil.

A pesar de presentar un número reducido de empresas las industrias del CIIU 7 se sitúan en el cuarto lugar de consumo, principalmente a la alta demanda de combustible por parte de las empresas de transporte terrestre y marítimo.

Finalmente se tienen a las Entidades oficiales (incluyendo las Fuerzas Armadas), Servicios comunales, sociales y personales y Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas con una participación similar en volumen demandado aproximado al 2%, dado por un número reducido de industrias en cada sector.

Estudiando con más detalle el CIIU 3 se encuentra que las Industrias alimenticias, de bebidas y tabaco son los principales consumidores de diesel, tanto en número: 70% de la población, como en volumen consumido: 79% del total (Apéndice M). Esto es consecuencia de la gran cantidad de industrias alimenticias en la

ciudad, de las cuales varias pertenecen a firmas multinacionales con altos volúmenes de producción.

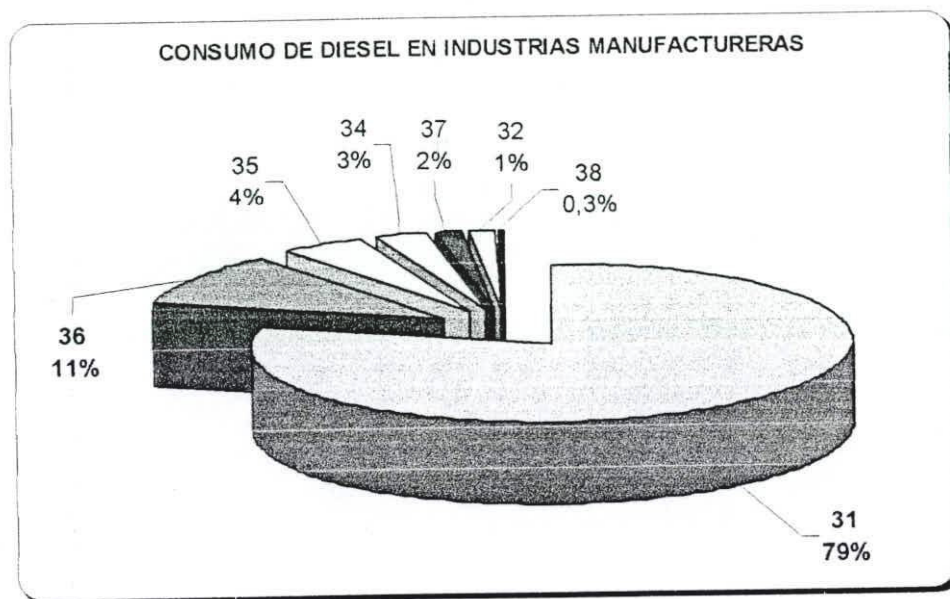


FIGURA 1.14 CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

A pesar de representar el 8% de la población estudiada, el CIIU 36 se encuentra en segundo lugar de consumo con el 11%, a causa de una empresa productora de cemento, la que demanda el 63% del combustible de las Industrias manufactureras.

En tercer lugar están situadas las industrias del CIIU 35, compuesto por productores de: productos químicos de limpieza, abonos, plástico y alcohol.

A continuación están ubicadas las empresas de fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales (CIIU 4), seguidas por las Industrias metálicas básicas (CIIU 7), con el 3% y 2% del total, respectivamente. Este tipo de industrias a pesar de presentar un alto nivel de consumo, de manera individual, no abarca un porcentaje importante del total del consumo industrial, debido a su reducida población, que representa el 3% de la muestra estudiada; en ambos casos (Apéndice M).

Con el objetivo de identificar a las industrias por su nivel de consumo se las dividieron en las siguientes categorías: superior a 500.000 galones de diesel al año, entre 100.00 y 500.000 galones de diesel al año y entre 50.000 y 100.000 galones de diesel al año.

Del total de la población estudiada, el 25% se encuentra en el primer nivel de consumo, es decir, superior a 500.000 galones de diesel anuales; el 52% está formado por industrias del nivel intermedio y el 23% restante pertenecen al rango inferior de consumo.

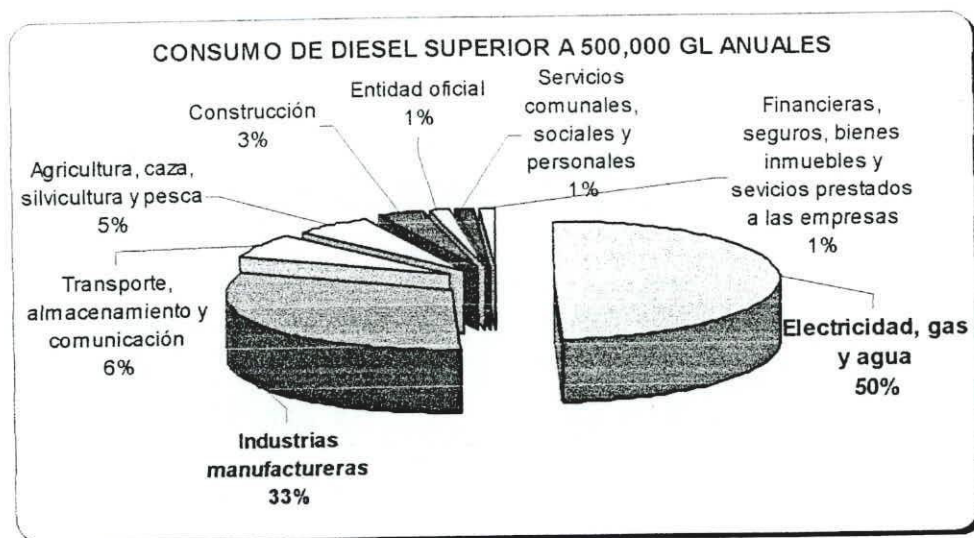


FIGURA 1.15 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN
INDUSTRIAS CON CONSUMO SUPERIOR A 500.000 GL
ANUALES

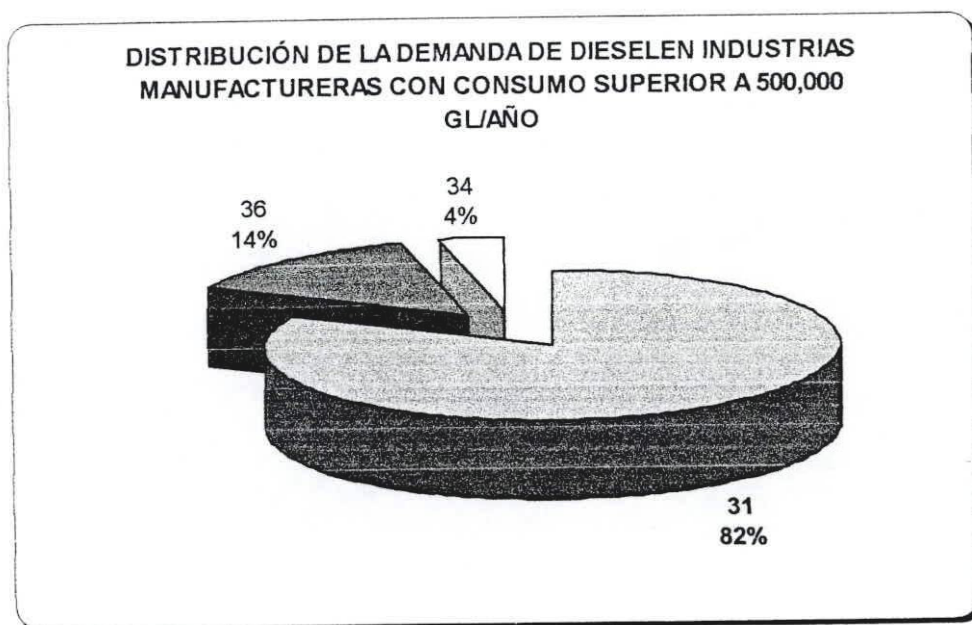
Las industrias de electricidad, gas y agua, a pesar su baja participación en número (11% de la población) (Apéndice N), consumen el 49% de la demanda de la categoría de industrias con consumo superior a 500.000 gl de diesel al año, debido a las generadoras eléctricas de las que se habló anteriormente.

Un porcentaje importante del consumo está concentrado en las Industrias Manufactureras (32%), las cuales son las principales en cantidad dentro de este rango, con el 42% de la población.



El resto de industrias está compuesto en su mayoría por una ó máximo tres empresas, las que por el alcance de sus operaciones presentan una alta demanda de combustible (Apéndice N).

Profundizando en las industrias del CIIU 3 que se encuentran dentro de este nivel de consumo, tenemos como principales usuarios a las Industrias de alimentos, bebidas y tabaco en demanda con el 82% del consumo y en número con el 63% de la población seleccionada. (Apéndice O).



**FIGURA 1.16 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO
SUPERIOR A 500.000 GL/AÑO**

Como se puede apreciar en la figura 1.16, el 14% del consumo de las Industrias manufactureras de este rango está dado por el CIIU 36, a causa de la empresa cementera ya mencionada.

El CIIU 34 surge en este rango por la gran demanda de una sola industria, la que presenta un alto volumen de producción.

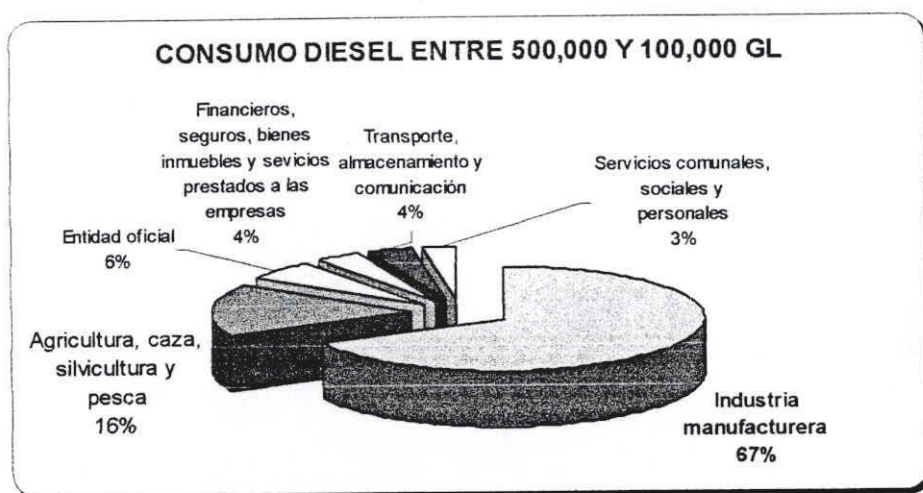


FIGURA 1.17 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 GL Y 500.000 GL ANUALES

Estudiando a las industrias que presentan una demanda anual entre los 100.000 y 500.000 galones de diesel, se puede observar que las Industrias Manufactureras, al igual que en el nivel anterior,

son las más importantes en número de industrias (62%) y en cantidad de diesel demandada: 67% del total (Apéndice P).

Las Industrias de agricultura, caza, silvicultura y pesca se sitúan en segundo lugar con el 16% del consumo, a pesar de disminuir el volumen despachado en comparación al nivel de consumo anterior.

Con una marcada disminución en la demanda del combustible en comparación con los dos sectores anteriores, se encuentran las Entidades oficiales (incluyendo a las Fuerzas Armadas), las que demandan el 6% del combustible total consumido del rango estudiado.

Los Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas, las Industrias de transporte, almacenamiento y comunicación y los Servicios comunales, sociales y personales, poseen una demanda cercana al promedio de este nivel, pero a causa de su baja participación en número representan alrededor del 4% en las dos primeras y 3% en la última; del total despachado en las industrias con consumo entre 100.000 y 500.000 gl de diesel anuales.

En la figura 1.18 se muestra la distribución de la demanda de diesel en las industrias del CIIU 3, principales usuarios de este nivel de consumo.

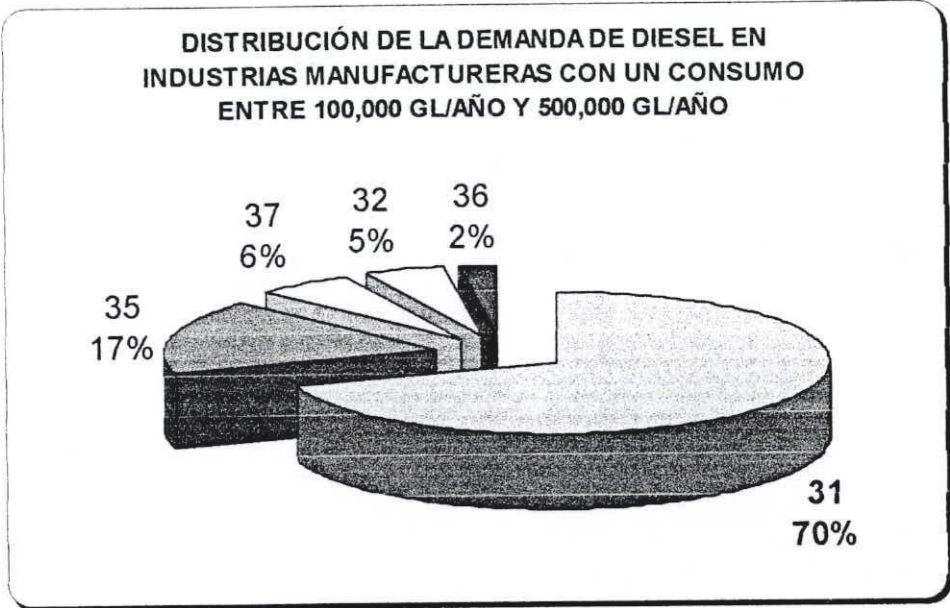


FIGURA 1.18 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO ENTRE 100.000 Y 500.000 GALONES AL AÑO

Las industrias del CIIU 31 mantienen la superioridad, al igual que en el nivel anterior, con el 70% del consumo total. Se puede advertir un considerable aumento en el número de industrias de este sector (Apéndice Q)

Seguidamente se ubican las industrias del CIIU 35, que debido a su baja población (17%) sólo representa el 17% del total consumido, ya que individualmente presentan una demanda similar a las industrias del CIIU 31.

Las industrias del CIIU 37, CIIU 32 y CIIU 36, además de registrar un consumo de diesel menor de manera individual en comparación a los dos sectores anteriores, poseen un escaso porcentaje de industrias dentro de este rango de consumo, lo que influye en su baja participación en la demanda total de combustible (Apéndice Q).

Por último se analizaron a las industrias con un nivel de consumo entre 50.000 y 100.000 gl de diesel al año.

En el caso del diesel, a diferencia de la energía eléctrica, el número de sectores contenidos en cada categoría de consumo disminuye al disminuir el nivel de consumo. Es así como en las industrias con una demanda superior a los 500.000 gl de diesel al año se presentan ocho sectores, mientras que en el último nivel (entre 50.000 y 100.000 gl/año) solo cinco.

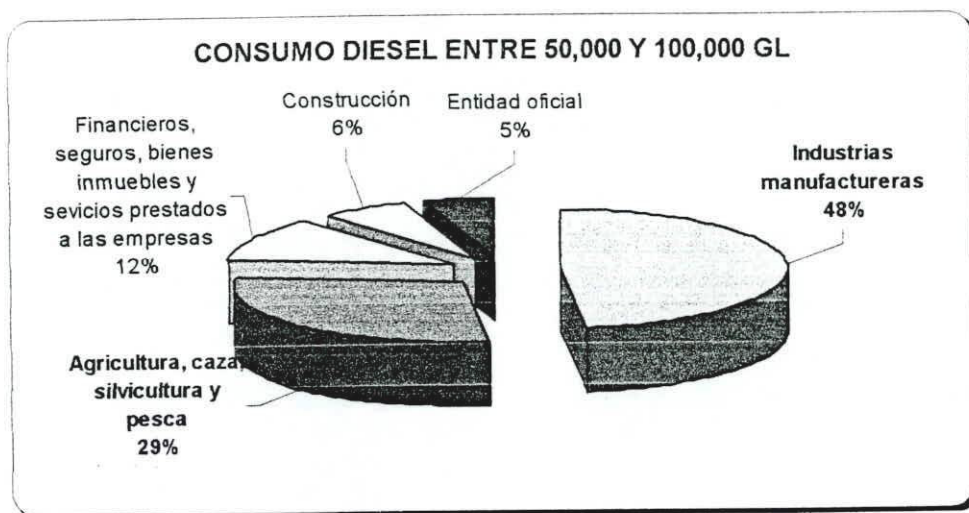


FIGURA 1.19 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN
INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Y 100.000 GL
ANUALES

Las Industrias manufactureras continúan siendo los principales consumidores con el 48% del total; a causa de su alto porcentaje en número, el que corresponde al 48% de la población.

En este nivel la participación en número de industrias y en cantidad consumida de combustible es equivalente para cada sector. Esto se debe a que la demanda de diesel de las industrias analizadas es similar entre ellas, es decir, que no existen picos en la cantidad consumida por cada empresa (Apéndice R).

El mismo fenómeno se repite dentro de las industrias del CIU 3 (Apéndice S), cuya distribución de la demanda se muestra en la figura 1.20

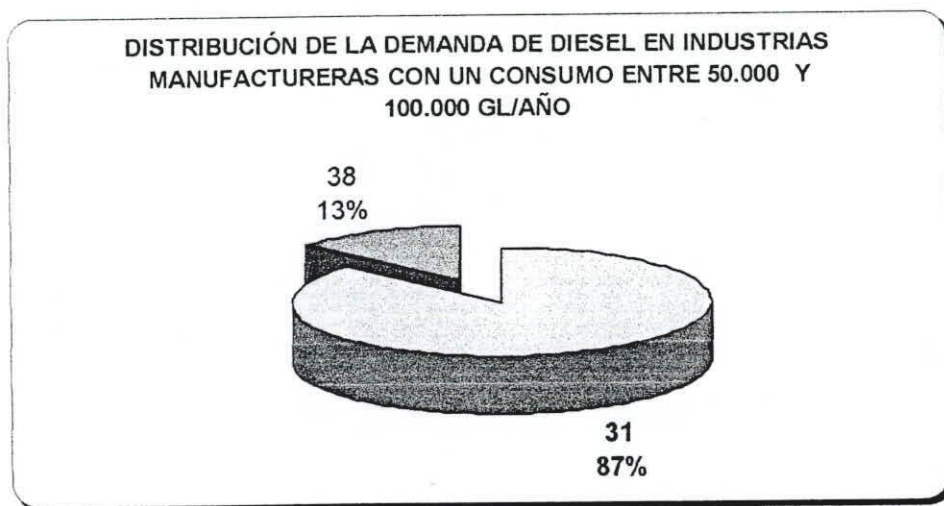


FIGURA 1.20 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO ENTRE 50.000 Y 100.000 GALONES DE DIESEL AL AÑO

Dentro de este nivel de consumo se encuentran sólo dos de las nueve sub-clasificaciones de las Industrias manufactureras.

Los principales consumidores continúan siendo las Industrias alimenticias de bebidas y tabaco con el 87% del total despachado, seguidas por las de Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, construcción de aparatos y suministros

eléctricos que participan con el 13% tanto en cantidad consumida, como en número de industrias (Apéndice S).

Para concluir con los combustibles derivados del petróleo se analizó el consumo del fuel, que es otro de los combustibles utilizados por las industrias, aunque en menor escala que el diesel, y se lo obtiene como residuo de la destilación del petróleo.

Con el mismo criterio de selección que en el caso del diesel, las industrias analizadas presentan un consumo superior a los 80.000 galones de fuel anuales, lo que representaría un ahorro mínimo de \$5,500 USD al año.

De acuerdo con la información proporcionada por Petrocomercial, el 80% del fuel es entregado a las Industrias Manufactureras, que representan el 92% de la población estudiada.

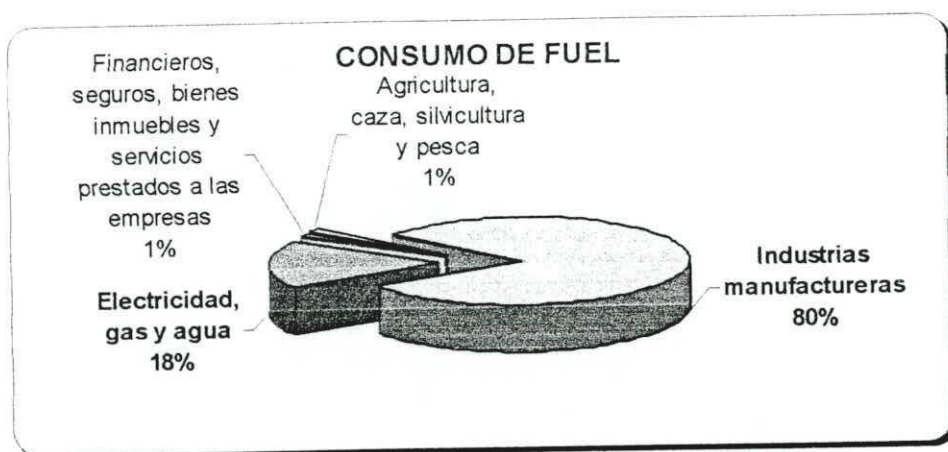


FIGURA 1.21 CONSUMO DE FUEL POR TIPO DE INDUSTRIA

Las Industrias de electricidad, gas y agua están representadas por una generadora eléctrica con una alta demanda del combustible, pero debido a su baja participación: 3% del total de industrias, sólo constituye el 18% del total consumido (Apéndice T).

Finalmente se encuentran las Industrias del CIIU 8 y CIIU 1 con el 1.2% y 1% del consumo, respectivamente. Cada sector representa el 3% de la muestra seleccionada.

Al ser las Industrias del CIIU 3 los principales consumidores de fuel se realizó un estudio más detallado de este sector, dividiéndolos de acuerdo a la sub-clasificación del código CIIU.

En la figura 1.22 se puede observar la participación en el consumo de fuel de los diferentes sectores de las Industrias manufactureras.

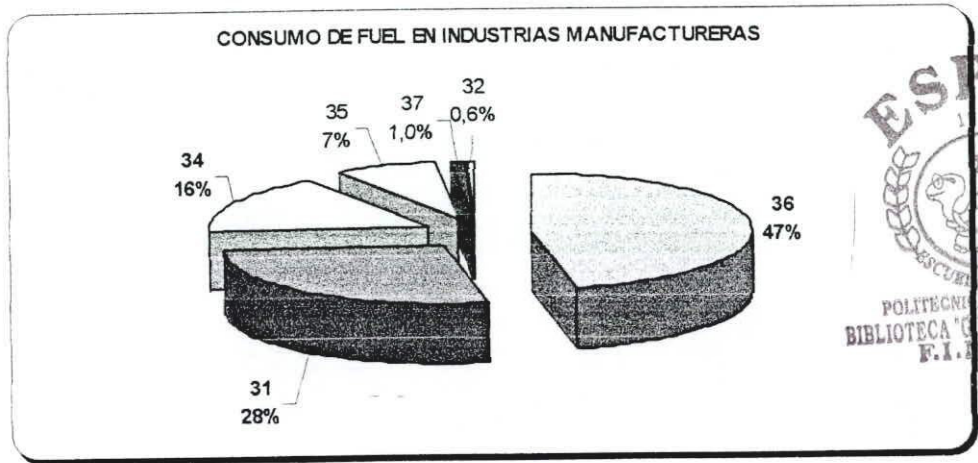


FIGURA 1.22 CONSUMO DE FUEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

El mayor porcentaje de consumo corresponde a las industrias del CIU 36 (47% del total consumido), a pesar de representar únicamente el 6% de la población. Esto se debe a que las dos empresas de dicho sector poseen volúmenes altos de producción, por lo cual necesitan consumir grandes cantidades de fuel (Apéndice U).

Las industrias del CIU 31 representan más de la mitad de las Industrias manufactureras (53%), sin embargo, a causa de la alta

dispersión en el nivel de consumo de las industrias de este tipo, su demanda alcanza solamente el 28% del total entregado, situándose en segundo lugar en consumo.

En condiciones similares se encuentran las industrias del CIIU 35, que forman el 21% de la muestra estudiada, pero juntas consumen el 7% del fuel despachada al sector de las Industrias manufactureras.

El tercer lugar de importancia por consumo esta ocupado por el CIIU 34, con el 16% del total. Esto se debe a que en este sub-sector se encuentran dos importantes industrias del sector paplero.

Dentro de la muestra estudiada los sub-sectores 37 y 32 están representados por una empresa, es decir, que cada uno representa el 3% de la población. Estas industrias poseen un nivel de consumo de fuel intermedio que constituye el 1 y 0.6% del total, respectivamente.

Para identificar de manera más precisa el volumen de fuel demandado por tipo de industria, se analizaron las siguientes

categorías de acuerdo al nivel de consumo: mayor a 1'000.000 galones fuel/año, entre 250.000 y 1'000.000 galones fuel/año y entre 80.000 y 250.000 galones fuel/año.

De las 37 industrias que constituyen la muestra estudiada, la mayoría (40%) está ubicado en el último nivel de consumo (entre 80.000 y 250.000 galones/año). El 60% restante está dividido de en partes iguales entre las otras dos categorías, es decir, 30% para en una.

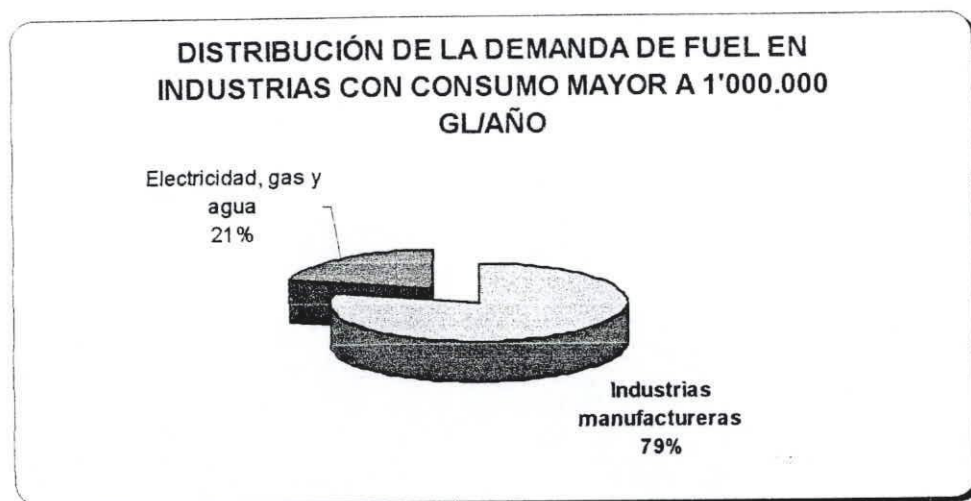
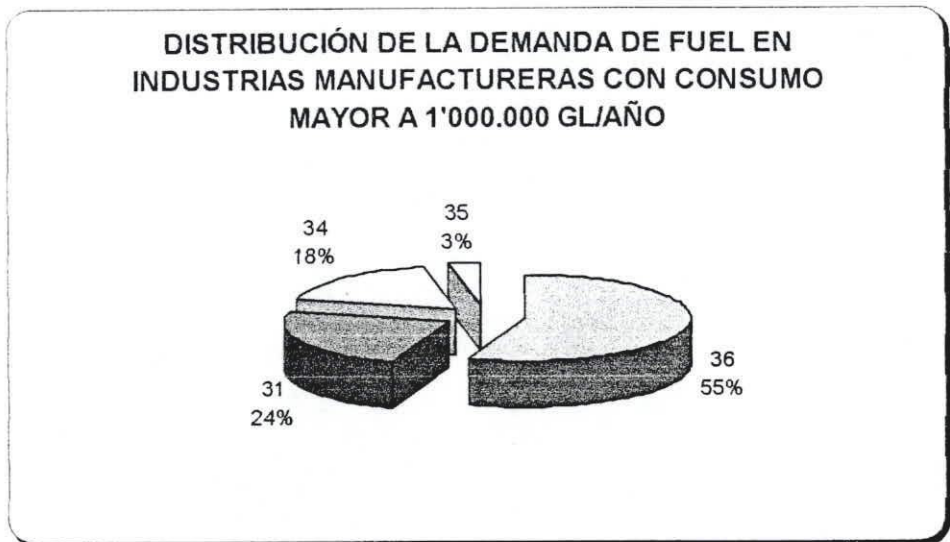


FIGURA 1.23 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUEL EN
INDUSTRIAS CON UN CONSUMO SUPERIOR A UN MILLÓN DE
GALONES AL AÑO

Respecto a las industrias situadas en el nivel de consumo superior, sólo se encuentran dos tipos: Industrias Manufactureras e Industrias de electricidad, gas y agua. En relación a las primeras, estas registran el 79% del consumo y representan el 90% de la muestra. El 21% restante corresponde al fuel utilizado por una sola empresa de generación eléctrica, como ya se mencionó anteriormente (Apéndice V).



**FIGURA 1.24 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUEL EN
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO
SUPERIOR A 1'000.000 GALONES AL AÑO**

Analizando el consumo del CIU 3 se puede observar que, en este nivel de consumo, el 55% de la demanda se debe a las industrias

del sub-sector 36, por la presencia de una importante empresa cementera, la que por si sola representa aproximadamente el 49% del fuel consumido por las Industrias manufactureras situadas en esta categoría (Apéndice W).

Luego se ubican las industrias del CIIU 31, con el 24% del consumo. Su participación se debe, en mayor parte, al número de empresas que existen en la muestra, las que representan el 50% del total.

Siguiendo a las Industrias alimenticias, bebidas y tabaco, se encuentran las del CIIU 34 con el 18% del consumo, demandado principalmente por una empresa papelera situada en las cercanías de la ciudad.

Finalmente, representada por una empresa se puede observar al sub-sector 35 con una demanda de fuel correspondiente al 3% del total del nivel superior de consumo.

La categoría intermedia de consumo está compuesta por industrias con una demanda de fuel entre 250.000 y 1'000.000 galones/año, donde las Industrias manufactureras permanecen en la primera

posición, tanto en consumo de combustible (78%), como en número (82% de la muestra estudiada) (Apéndice X). La alta participación en el consumo no sólo es consecuencia de la cantidad de industrias, también se debe a que la mayoría de las empresas con gran demanda de fuel de esta categoría pertenecen al CIU 3

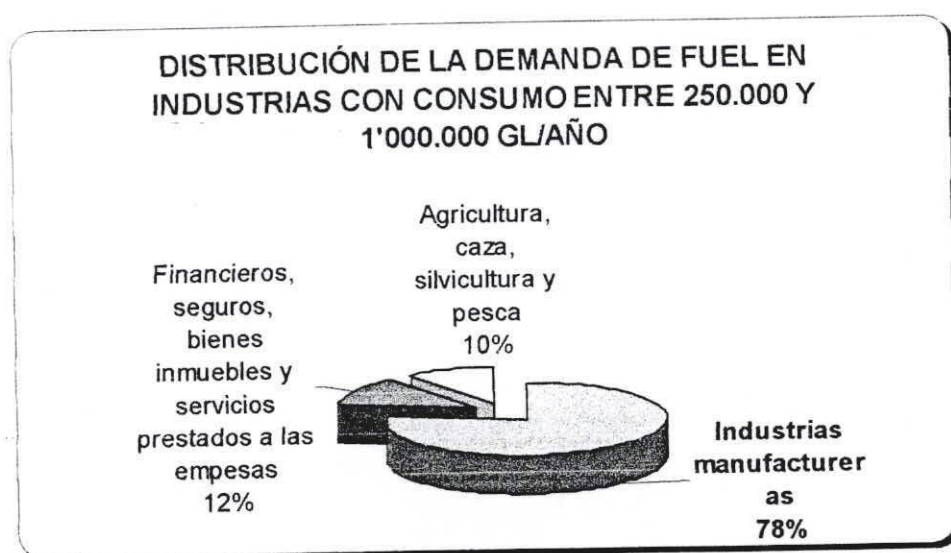


FIGURA 1.25 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUEL EN
INDUSTRIAS CON UN CONSUMO ENTRE 250.000 Y 1'000.000
GALONES AL AÑO

Como se muestra en la figura 1.25, el sector 8 representa el 12% del consumo y el sector 1 el 10%. Ambos sectores cuentan con

una empresa dentro de este nivel, que constituyen por sí solas el porcentaje de consumo mencionado.

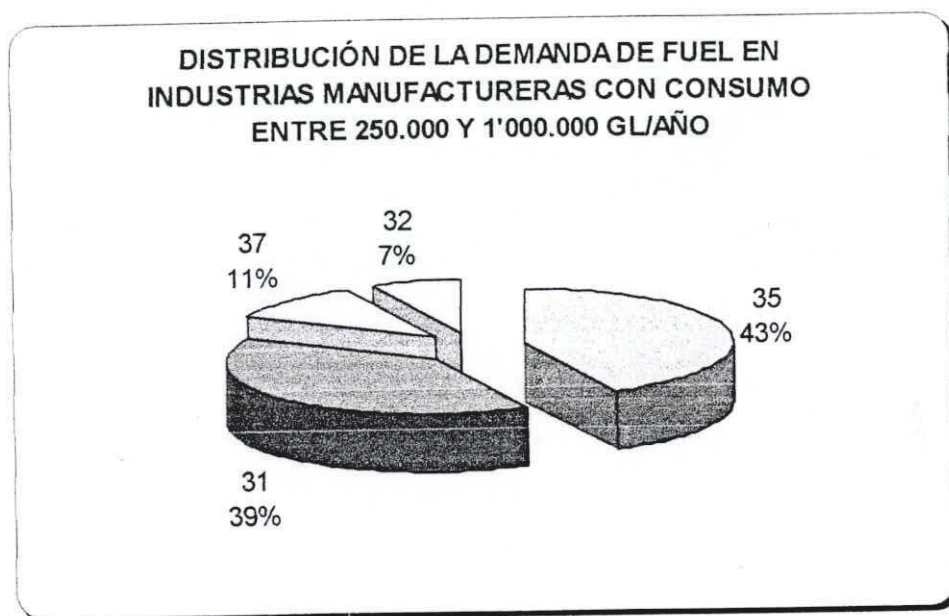


FIGURA 1.26 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUEL EN
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO ENTRE
250.000 Y 1'000.000 GALONES AL AÑO

En relación a las Industrias manufactureras, principales consumidores de este nivel, se puede observar en la figura 1.26 que existen dos sub-sectores que juntos representan el 82% del consumo. Estas son las industrias de fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico con el 43% y las de productos

alimenticios, bebidas y tabaco con el 39% del total demandado. Además constituyen el 44% y 33% de la población, respectivamente (Apéndice Y).

Varias de las industrias situadas en dichos sub-sectores poseen una demanda anual por encima del promedio del total de las industrias ubicadas dentro del nivel de consumo intermedio, lo que ayuda a explicar la importante participación del CIIU 35 y 31.

En último lugar se encuentran las industrias el CIIU 37 y 32 con el 11% y 7% del consumo, respectivamente y ambas con una población que corresponde al 1% de la muestra estudiada.

Para concluir se analizó el nivel inferior de consumo, es decir, entre 80.000 y 250.000 galones de fuel al año, donde únicamente se encontraron Industrias manufactureras, por lo tanto se hizo un análisis separándolas de acuerdo a la sub-clasificación del CIIU 3.

En esta categoría se pueden observar la presencia de tres tipos de Industrias manufactureras; las de productos alimenticios, bebidas y tabaco con el 69% del total consumido, de fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales con el 20% y las de fabricación



de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico con el 11% del total.

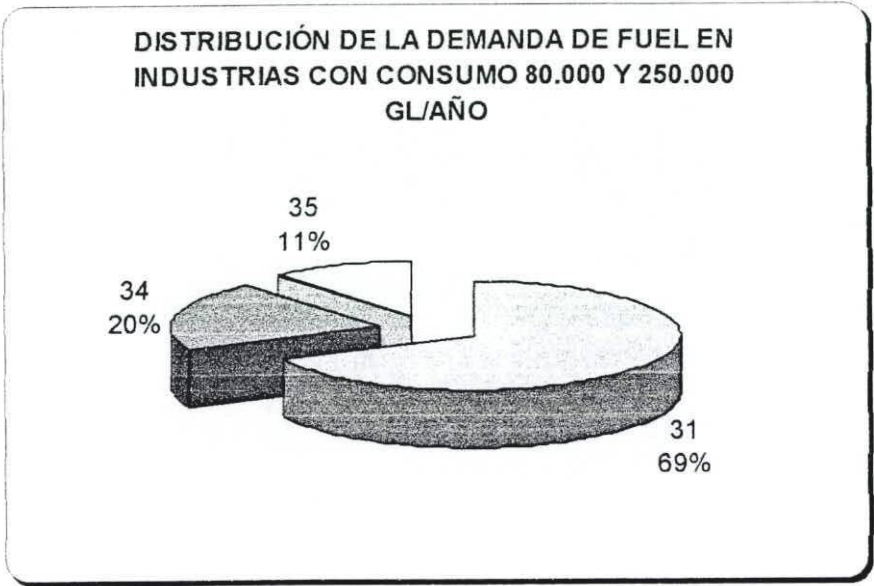


FIGURA 1.27 DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE FUEL EN INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 80.000 Y 250.000 GL/AÑO

Las Industrias del CIIU 31 deben su primer lugar en consumo al 67% en participación en número de industrias y a que la mitad de ellas presenta una demanda por encima del promedio de la muestra estudiada.

El 20% del consumo reunido en el CIIU 34, que representa el 20% del total de industrias de la muestra, se debe en mayor parte a la

demanda de dos empresas cartoneras, ya mencionadas previamente.

El 13% restante de la población está representado por el CIIU 35, dentro de las cuales se encuentran empresas con un consumo inferior a la media de la muestra (Apéndice Z).

1.2 Evaluación de la necesidad del servicio.

Antes de realizar el diseño definitivo del servicio ofrecido por el CEI, se debe asegurar la posibilidad de colocar el mismo en el mercado.

Es por esta razón que se realizó una encuesta (Apéndice AA) con las que se busca caracterizar a las industrias seleccionadas, evaluar la necesidad del servicio y conocer su interés por recibirlo.

Las industrias encuestadas pertenecen a la muestra analizada en el sub-capítulo anterior, donde se justificó el criterio de selección utilizado. Además, por ser el sector con mayor concentración de consumo y número de usuarios, se eligieron a las Industrias manufactureras.

La distribución de la industrias encuestadas es la siguiente: 46% pertenecen a las de productos alimenticios, bebidas y tabaco CIIU 31; 8% a las de fabricación de papel y productos CIIU 34; 23% a las de fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, caucho y plástico CIIU 35; 15 % industrias metálicas básicas CIIU 37 y finalmente el 8% está formado por las de fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo CIIU 38. El estudio se lo realizó en estos sectores por ser los principales consumidores de los diferentes tipos de energía estudiados anteriormente.

Analizando el porcentaje que representa el consumo de energía respecto al costo total de producción, se encontraron tres datos aberrantes de 80%, 41% y 23%, posiblemente errores de las empresas encuestadas, que elevaban el promedio de la muestra a 14.10%. Eliminando esos datos se tiene que en promedio las industrias deben el 3.93% de sus costos de producción al consumo de energía.

Con la variabilidad de estos resultados se puede deducir que en forma general las industrias no tienen conciencia del costo que representa el consumo de energía en el producto final, por lo que

se considera que el servicio ofrecido por el CEI podrá iniciar una concientización del impacto en los costos finales.

De las industrias estudiadas el 62% produce bienes únicamente para el mercado nacional y el restante 38% tiene expandido su mercado al exterior. Por lo que una reducción en los costos de producción puede ayudar a mejorar el nivel de competitividad de las empresas para llegar al mercado extranjero.

En la muestra estudiada prevalecen las industrias con mayor solidez, es decir, con más de 10 años de actividad, por lo tanto son empresas que continuamente están a la vanguardia. Es por esto que las recomendaciones del CEI podrían ser de interés ya que representan disminución en los costos de producción por ahorro de energía y mejoras en la producción.

Todas las industrias estudiadas laboran las 24 horas del día, lo que resulta en una alta utilización de los recursos, presentando una automatización promedio del 64%.

El 100% de las empresas encuestadas utilizan como principal fuente de energía la eléctrica, además de otros combustibles como

diesel (62%), fuel oil (31%), GLP (23%), gasolina (8%), carbón (8%) y otras fuentes como: bagazo (15%).

Se puede observar una alta inclinación al sector eléctrico, lo que implica que los servicios prestados por el CEI deben prestar mayor atención a dicha área.

En relación al tipo de equipos utilizados los más comunes son los motores eléctricos que representan en promedio el 85.7% del total de equipos, presentando el 48% entre 5-9 años de servicio.

Los motores de combustión interna representan el 1.4% de los equipos utilizados y en su mayoría el (57%) con un tiempo de servicio de 5-9 años.

El 67% de los hornos eléctricos utilizados por las industrias estudiadas presentan un tiempo de servicio de 5-9 años, los restantes han sido utilizados por más de 10 años.

Al igual que en los hornos eléctricos, los hornos que utilizan combustibles no han sido renovados en los últimos cuatro años, teniendo el 87% más de 10 años de servicio.

Las empresas que utilizan calderos han renovado sus equipos en los últimos cuatro años en un 4% y el 79% de los mismos tienen más de 10 años de servicio.

Las resistencias térmicas no son equipos de uso general por parte de las industrias, en el caso de la muestra estudiada el 38% las utiliza en sus procesos, debiendo ser renovadas continuamente.

Se puede observar que los motores son los equipos que presentan una mayor renovación, a pesar de que la mayoría tiene de 5-9 años de servicio.

La eficiencia de los equipos disminuye con el tiempo de servicio, y se agrava más si estos no cuentan con un mantenimiento adecuado. Las recomendaciones del CEI podrían calcular el costo que representa la utilización de equipos con estas características y los beneficios obtenidos al trabajar con equipos más eficientes.

En las empresas estudiadas el 92% posee personal encargado del manejo de la energía, en su mayoría con fines de mantenimiento preventivo y correctivo, quienes han instalado bancos de capacitores para disminuir el costo por energía eléctrica.

El 100% dice haber implementado métodos de mejora de trabajo en su planta.

El 84.6% de las industrias consideran en su presupuesto anual un monto para asesoría externa en el área de producción y el 61% ha manifestado su interés en contratar el tipo de servicio que plantea ofrecer el CEI.

1.3 Análisis de los servicios relacionados.

El Centro de Evaluación Industrial, mediante la ejecución de auditorías industriales con un enfoque integral de los sistemas energéticos y productivos, plantea formular recomendaciones orientadas a la eficiencia energética y mejora de los procesos productivos.

Es por esto que se deben estudiar tanto los servicios relacionados al manejo energético industrial como los relacionados a la mejora de los procesos productivos.

Existen dos tipos de proveedores de servicios relacionados al manejo energético industrial: empresas asesoras y consultores particulares.

En relación a las empresas asesoras, en Guayaquil se pueden identificar tres clases: empresas con enfoque ambiental, asociaciones de consumidores eléctricos y comercializadores de equipos especializados.

Las empresas con enfoque ambiental se centran en las áreas de prevención y control de la contaminación, racionalización, conservación y administración eficiente de energía, materias primas y recursos, con marcado énfasis en la minimización de los impactos ambientales.

En el manejo energético ofrecen servicios de : auditorias energéticas y/o ambientales, evaluación económica de proyectos de energía y medio ambiente, estudios de factibilidad de generación de electricidad o fuerza motriz y cogeneración, diseño e implementación de programas de conservación y uso racional de la energía, evaluación del impacto de legislaciones y regulaciones ambientales y energéticas, modelaje de sistemas de medio ambiente o energía, y planificación estratégica y situacional para la implantación, puesta en marcha y monitoreo de programas para la utilización eficiente de recursos (energía, agua, suelos, aire, materias primas, tecnología, humanos y capital).

A diferencia del CEI estas empresas poseen un enfoque principalmente ambiental, el que incluye el manejo eficiente de la energía. Además no ofrecen recomendaciones para la mejora de los métodos de producción utilizados.

Las asociaciones de consumidores eléctricos ofrecen asesorías tarifarias que buscan disminuir el precio que pagan las industrias por el consumo de energía, pero no presentan recomendaciones orientadas a la utilización eficiente del recurso.

Finalmente se encuentran las empresas comercializadoras de equipos especializados, las que como parte de su plan de venta realizan estudios de las necesidades particulares de sus clientes con el fin de recomendar la compra de un equipo acorde a ellas. Dichos estudios no siempre incluyen visitas y se enfocan en áreas particulares de la planta.

Respecto a los consultores particulares, que son en su mayoría Ingenieros mecánicos y eléctricos, ofrecen servicios con un enfoque fundamentalmente técnico con el fin de optimizar los recursos existentes en el área solicitada por el cliente.

Los servicios ofrecidos por las empresas asesoras y consultores privados son realizados mediante varias visitas a las industrias ó de manera superficial como en el caso de las comercializadoras de equipos. A diferencia del servicio que plantea ofrecer el CEI, el cual mediante una auditoria de un día, en donde se reúne la información técnica necesaria, plantea realizar recomendaciones orientadas al ahorro energético y mejora de métodos de trabajo.

En referencia a los servicios relacionados a la mejora de los procesos productivos también se encuentran dos tipos de agentes: empresas y consultores privados.

Dentro de las empresas se encuentran compañías consultoras nacionales e internacionales, universidades y escuelas politécnicas, las que están en capacidad de ofrecer una gran variedad de servicios en el campo de mejora de sistemas productivos.

Dentro de los servicios que ofrecen se encuentran la implementación de Sistemas de Gestión de Calidad, modelado y optimización de procesos, esquemas para la utilización eficiente de

los recursos productivos, sistemas de control estadístico de calidad, entre otros.

El amplio campo de acción de las empresas consultoras se debe a que cuentan con equipos de profesionales especializados en diferentes áreas de interés para sus clientes, a diferencia de los consultores particulares que ofrecen servicios especializados en su área de competencia.

La mayor parte de las empresas y consultores particulares buscan vender un tipo de servicio predeterminado a sus clientes y no una solución a los problemas reales de la compañía basados en un diagnóstico inicial.

El CEI luego de estudiar la información inicial del cliente y de realizar la auditoria en sus instalaciones plantea la implantación de recomendaciones de eficiencia energética, manejo de desperdicios y mejora de la producción de acuerdo a un análisis integral de la situación de la compañía. Diferenciándose de los servicios ofrecidos por otras consultoras del mercado ecuatoriano, específicamente en Guayaquil.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

En base a la información obtenida del capítulo anterior se desarrollará el diseño preliminar del servicio que ofrecerá el Centro de Evaluación Industrial.

Se formalizarán los procesos de prestación del servicio y se estandarizarán los formatos de recolección y presentación de información (Apéndice AC). De esta manera se podrá estimar los requerimientos mínimos necesarios para la implantación del CEI.

2.1 Diseño del Servicio.

El diseño del servicio de Evaluaciones Industriales del CEI presentado no incluye los procesos iniciales de negociación con el cliente, la formación del equipo auditor y la selección del líder del

equipo, debido a su alta variabilidad relacionados a los requerimientos del cliente.

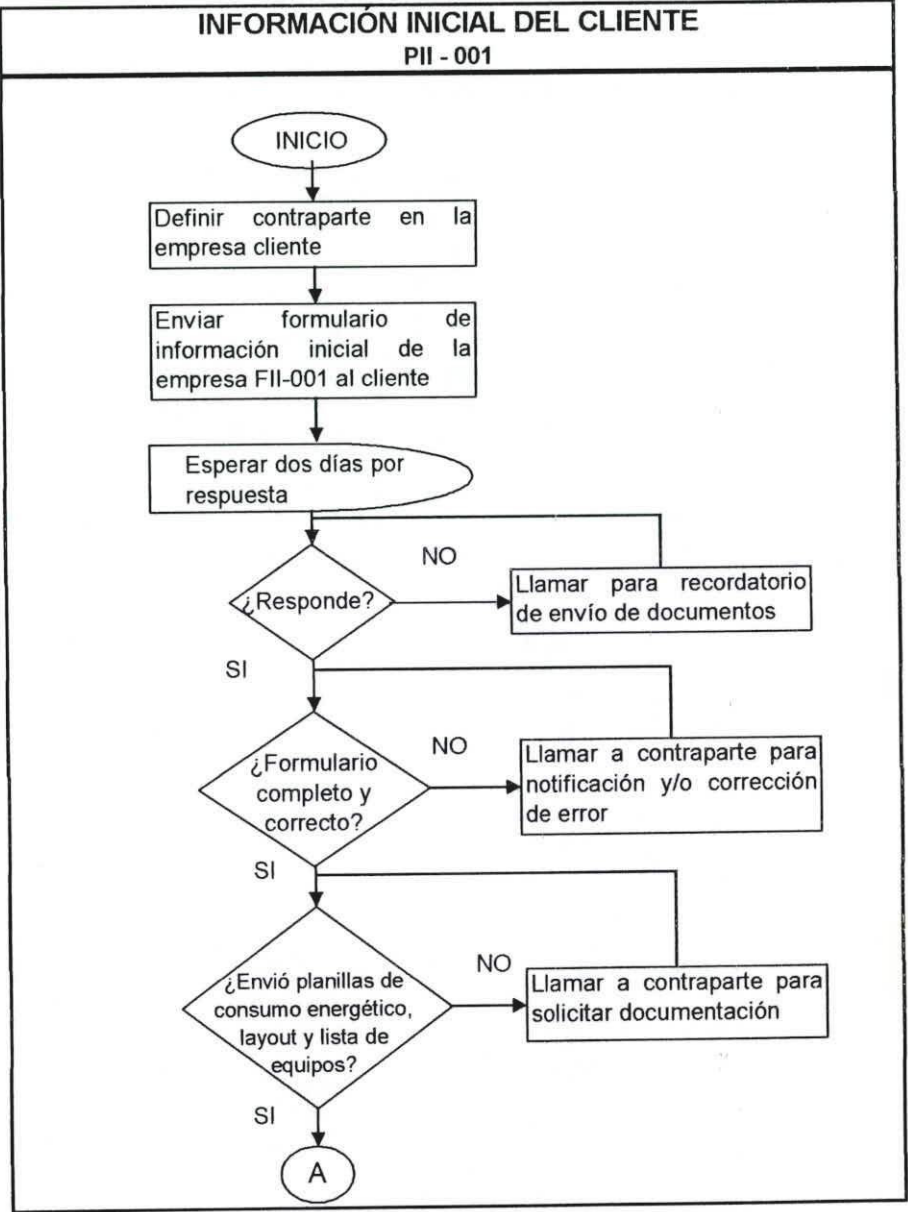
El diseño propuesto consta de tres etapas:

1. Recopilación de Información Inicial del Cliente
2. Realización de la Auditoria
3. Realización del Reporte Final

El objetivo de la primera etapa de Recopilación de Información del Cliente es conseguir la información necesaria para poder conocer las principales características de la empresa evaluada y distribuir la información entre los miembros del equipo para preparar las actividades previas a la auditoria.

El proceso de Recopilación de Información Inicial del Cliente se muestra en la figura 2.1, en la que se hace referencia a los formatos utilizados y sus respectivos instructivos de uso.





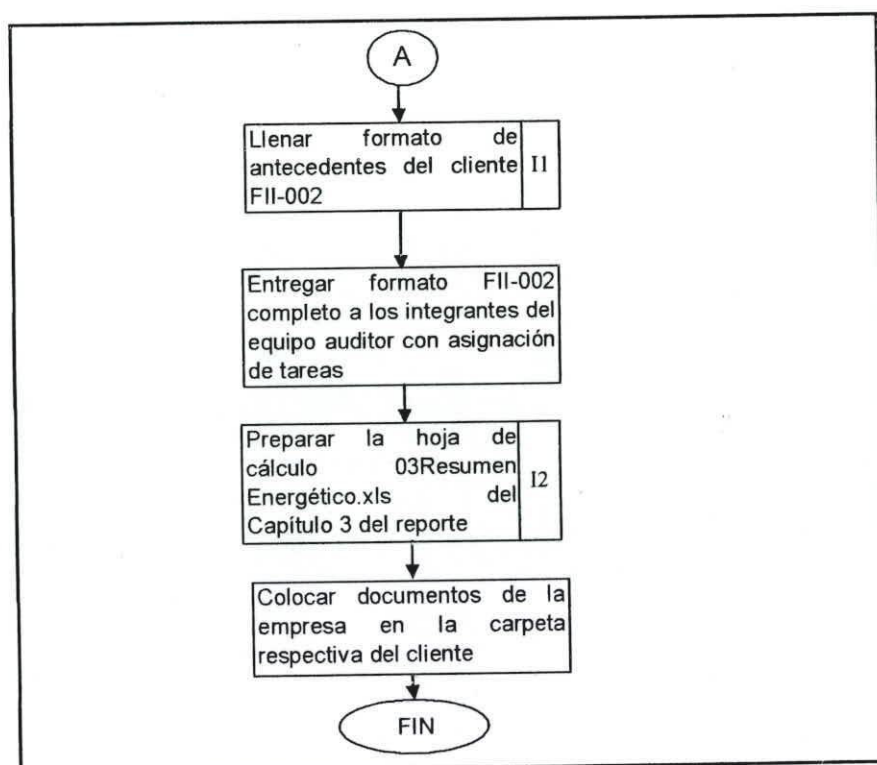


FIGURA 2.1 PII – 001 PROCESO DE RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE

En esta etapa se utilizan dos formularios:

- FII – 001 Formulario de Información Inicial de la Empresa, que es enviado al cliente para solicitar de manera estandarizada la información necesaria previa a la auditoria.
- FII – 002 Antecedentes del Cliente, el cual es utilizado para procesar la información inicial del cliente y distribuirla entre los miembros del equipo. Este hace referencia al Instructivo 01 (Apéndice AD), el que contiene indicaciones para su uso.

Como primer paso para solicitar la información inicial del cliente se debe definir la contraparte de la empresa evaluada, quien será el nexo entre el CEI y la empresa y será el responsable de entregar la información solicitada al centro.

El miembro del equipo que fue seleccionado como líder debe enviar el Formulario de Información Inicial de la Empresa FII – 001 (Apéndice AC) a la contraparte, quien debe llenarlo y enviarlo al centro junto con las facturas de consumo energético de los últimos 12 meses ,listas de equipos solicitadas y plano de la empresa. Se debe verificar que la información esté completa y correcta y que haya adjuntado la documentación solicitada, en caso de no ser así se debe notificar a la contraparte.

Una vez recibida la información del cliente el líder del equipo debe llenar el formulario FII - 002 Antecedentes del Cliente y distribuirlo entre los miembros del equipo por lo menos 48 horas antes de la auditoria, ya que este contiene las tareas asignada a cada integrante. El Instructivo 01 contiene indicaciones para el uso de este formulario (Apéndice AC).

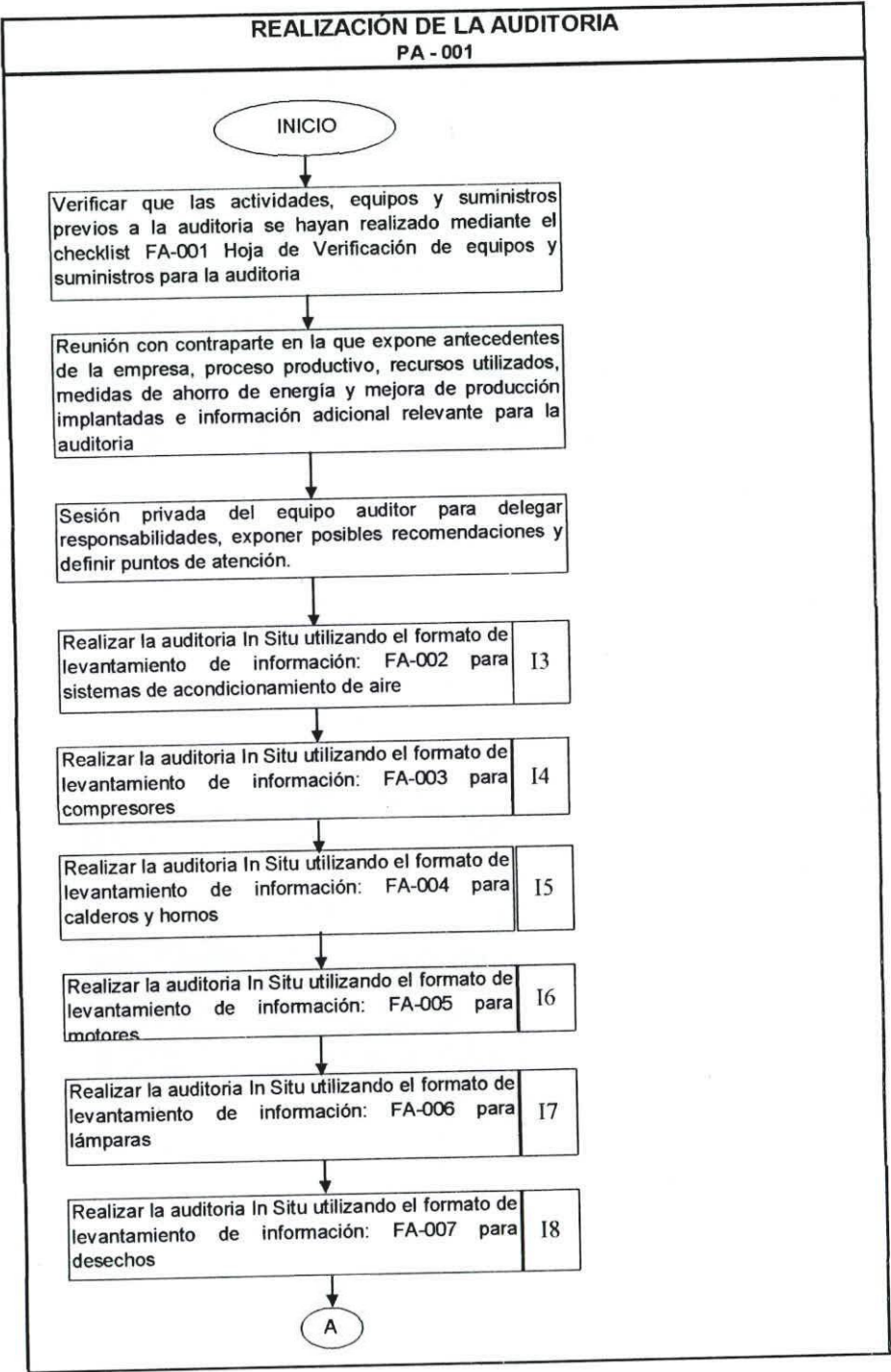
La información de las facturas de consumo energético de los últimos doce meses es analizada mediante una hoja de cálculo llamada 03Resumen Energético.xls que genera de manera automática los gráficos del análisis mostrados en el Capítulo 3 del reporte final. La persona responsable del análisis debe remitirse al Instructivo 02 (Apéndice AD) para conocer las pautas y fórmulas para su manejo.

Toda la información que se genere o reciba de cliente debe ser archivada en una carpeta, física y magnética, etiquetada con el nombre del cliente y número de evaluación, la cual debe ser manejada con la confidencialidad debida.

La segunda etapa corresponde a la Realización de la Auditoria, es decir, la inspección de las instalaciones para comprobar el uso de los equipos y modo de operación y recabar datos detallados tanto de la planta como de todo equipo consumidor de energía.

Al finalizar la auditoria el equipo contará con información valiosa para presentar recomendaciones energéticas, de manejo de desperdicio y productivas.

En la figura 2.2 se muestra mediante un diagrama de flujo el Proceso de Realización de la Auditoria.



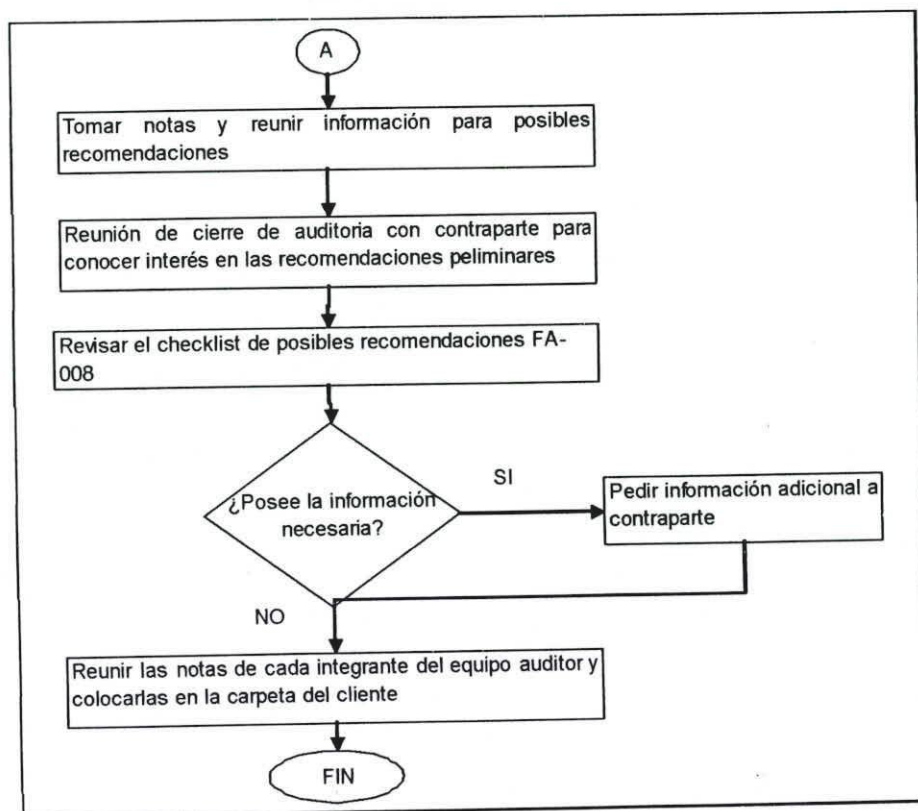


FIGURA 2.2 PA – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA

Dentro de este proceso se utilizan los siguientes formatos (Apéndice AC):

- FA – 001 Hoja de Verificación de equipos y suministros para la auditoria, que sirve para comprobar que todos los equipos y suministros estén listos antes de iniciar la auditoria.
- FA – 002 Levantamiento de Información de Sistemas de Acondicionamiento de Aire, utilizada para recolectar la información necesaria respecto a los sistemas de acondicionamiento de aire.

- FA – 003 Levantamiento de Información de Compresores, para recolectar la información necesaria en relación a la operación de los compresores.
- FA – 004 Levantamiento de Información de Calderos, para recolectar la información en relación a la operación de los calderos.
- FA – 005 Levantamiento de Información de Motores, para recolectar la información en relación a la operación de los motores.
- FA – 006 Levantamiento de Información de Lámparas, para recolectar la información en relación a la lámparas instaladas.
- FA – 007 Levantamiento de Información de Desechos, para recolectar información referente al manejo de los desechos.
- FA – 008 Checklist de Recomendaciones, utilizada al final de la auditoria para verificar las recomendaciones que son aplicables al cliente de una lista de las recomendaciones más comunes.

Los formatos de levantamiento de información FA – 002 hasta FA – 007 hacen referencia a su respectivo instructivo de uso.

El proceso de Realización de la Auditoria inicia con la verificación de los equipos y suministros necesarios para la auditoria, mediante el formato FA – 001, antes de partir hacia las instalaciones del cliente.

Al llegar a las instalaciones se realiza una reunión con la contraparte en donde expone los antecedentes de la empresa, el proceso productivo, recursos utilizados, medidas de ahorro de energía y mejoras de la producción, manejo de desperdicios e información adicional relevante para la auditoria.

Posteriormente el equipo se reúne de manera privada para exponer ideas sobre posibles recomendaciones, definir puntos de atención y delegar responsabilidades a cada miembro del equipo.

Finalizada la reunión se da inicio a la auditoria In Situ, mediante la inspección de las instalaciones y recopilación de datos. Se diseñaron los siguientes formatos de recolección de información, de los equipos más comunes encontrados en las industrias, de acuerdo a la encuesta realizada: FA – 002 Sistemas de Acondicionamiento de Aire, FA – 003 Compresores, FA – 004 Calderos y hornos, FA – 005 Motores, FA – 006 Lámparas y FA – 007 Manejo de Desechos

poseen instructivos para su utilización: I003, I004, I005, I006, I007 e I008, respectivamente, los cuales se encuentran en el Apéndice AD.

De manera adicional a los formatos de levantamiento de información, todos los miembros de equipo cuentan con hojas en blanco para tomar notas y reunir información adicional que sea de relevancia. En caso de requerir datos más detallados solicitarlos a la contraparte del cliente.

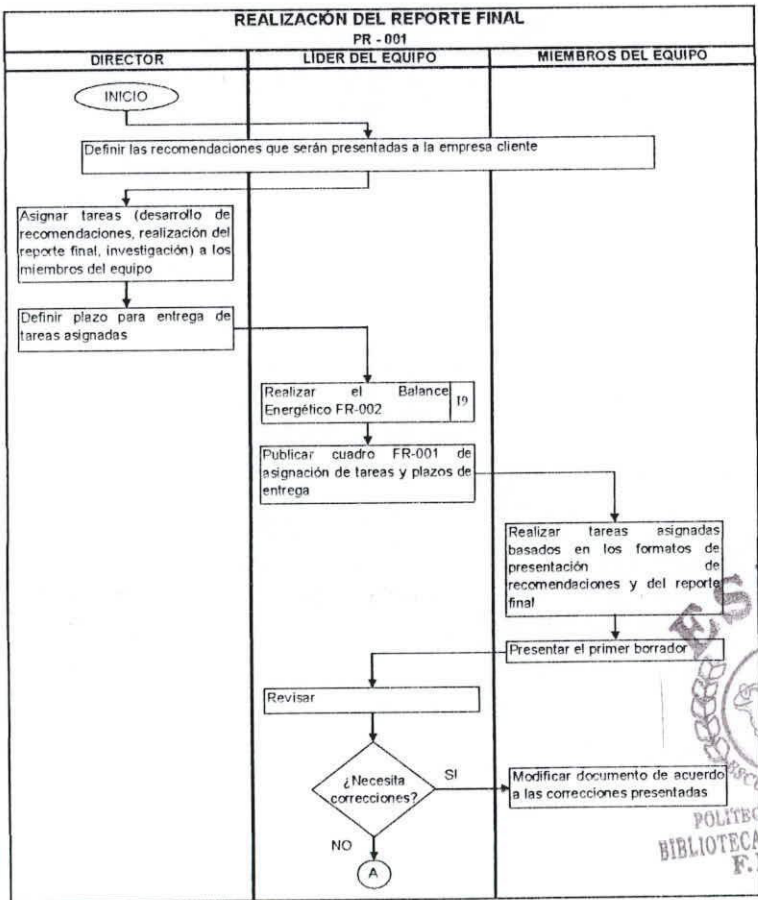
Al final de la auditoria se debe revisar el formato FA – 008 Checklist de Recomendaciones, en donde se enlistan las recomendaciones más comunes, asegurándose de que ninguna fue pasada por alto.

Concluida la inspección se realiza la reunión de cierre con la contraparte en la que se exponen las recomendaciones encontradas por el equipo para conocer el interés del cliente en cada una de ellas, de esta manera se asegura que solo se analizarán aquellas que serán implantadas por el cliente.

Al terminar el día de la auditoria se agrupan las notas del equipo y los formatos de recolección de información, los que serán archivados en la carpeta del cliente para su análisis.

La tercera y última etapa del servicio de Evaluación Industrial es la Realización del Reporte Final, en donde se presenta el análisis de la información entregada por el cliente y recopilada durante la auditoria, que son el soporte para la presentación de las recomendaciones.

La siguiente figura muestra el proceso PR - 001 Realización del Reporte Final mediante un diagrama de flujo.



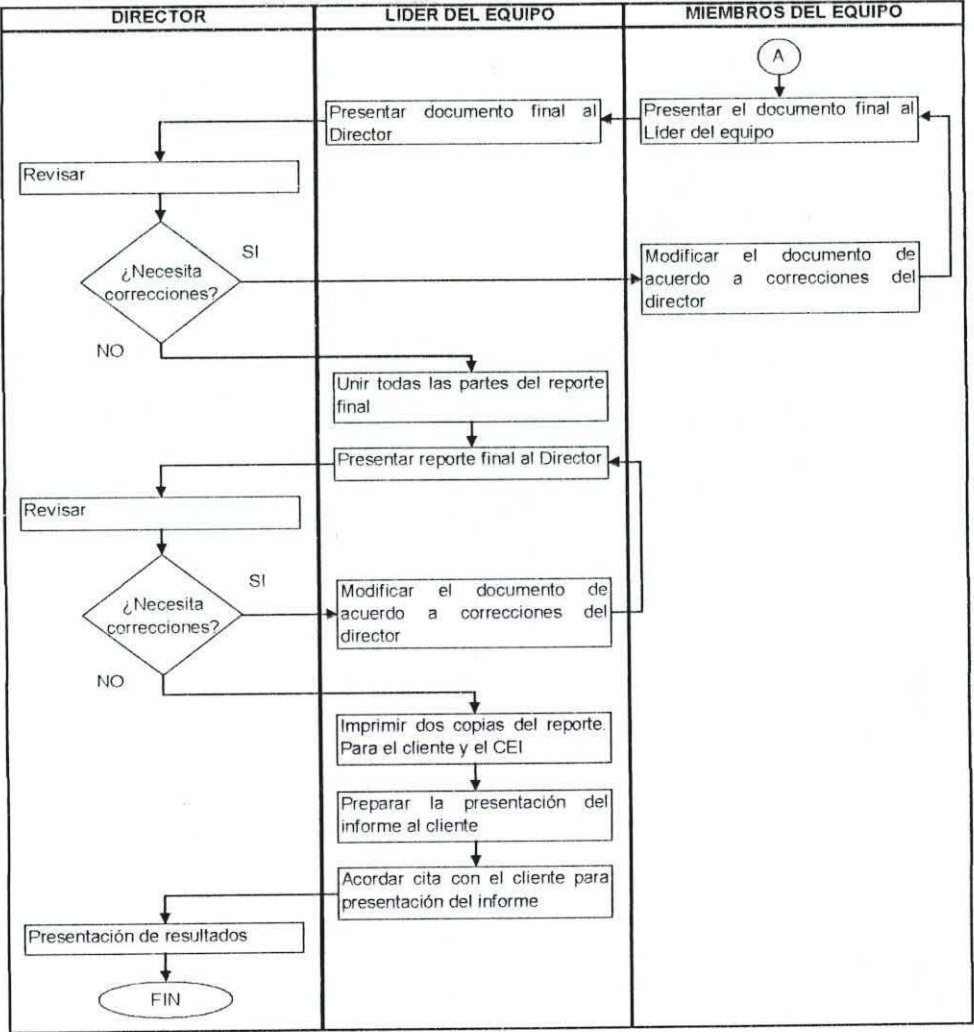


FIGURA 2.3 PR – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DEL REPORTE FINAL

Dentro de esta etapa se encuentran los siguientes formatos (Apéndice AC):

- FR – 001 Cuadro de Asignación de Tareas, en donde se publican las tareas de cada miembro del equipo y su plazo de entrega.

- FR – 002 Balance Energético, que es una hoja de cálculo en donde se enlistan los principales equipos consumidores de energía y se estima su nivel de consumo.
- Reporte final, que es un modelo del reporte final que se entregará al cliente que incluye el análisis de la información recopilada y la descripción de las recomendaciones presentadas. Más adelante se dará una explicación más detallada del documento.

Para iniciar con la realización del reporte final primero el equipo auditor debe definir que recomendaciones va a presentar al cliente y luego el director debe asignar las tareas a los miembros del equipo y establecer los plazos de entrega.

El líder del equipo es el encargado de realizar el Balance Energético siguiendo las indicaciones del Instructivo 09 (Apéndice AD) y de publicar el cuadro FR – 001 con la lista de los integrantes del equipo, sus tareas y fechas de entrega.

De esta manera las actividades necesarias para completar el reporte estarán distribuidas y deberán ser presentadas de acuerdo al formato del Informe Final descrito en el Apéndice AC.

El reporte final consta de cuatro capítulos y anexos:

- Capítulo 1. Resumen Ejecutivo
- Capítulo 2. Antecedentes de la Empresa
- Capítulo 3. Consumo Energético
- Capítulo 4. Resultados de la Evaluación Industrial
- Anexos

El Capítulo 1 es un resumen de los resultados de la auditoria, en donde se enumeran las recomendaciones presentadas detallando las áreas a las que corresponden (energía, manejo de desechos, productividad), el ahorro que representan en costo y consumo, el costo de implementación y el retorno de la inversión. Dentro del Resumen Ejecutivo se explica como se realizó el Balance Energético y se muestra la distribución del consumo de energía por equipo.

En el Capítulo 2. Antecedentes de la Empresa se describen aspectos generales del cliente, como: turnos de trabajo, áreas de la empresa, tipos de energía utilizados, principales equipos y sistemas consumidores de energía, descripción del proceso productivo, entre otros. Está compuesto por los siguientes sub-capítulos:

- 2.1 Descripción de la Empresa
- 2.2 Demanda Energética

- 2.3 Descripción del Proceso Productivo

Para completar el Capítulo 3. Consumo Energético se debe haber procesado la información de las facturas energéticas del cliente de los últimos doce meses en la hoja de cálculo 03Resumen Energético.xls y obtener los valores unitarios de cada tipo de energía, sus gráficos de consumo y sus costos asociados.

Los sub-capítulos analizan cada tipo de energía consumido por el cliente, variando su número y tipo para cada reporte. En general se presentan así:

- 3.1 Consumo Eléctrico
- 3.2 Consumo de Gas Licuado de Petróleo
- 3.3 Consumo de "Otros", en donde se debe colocar el tipo de energía utilizado.

Este capítulo termina con un cuadro de la distribución de los costos energéticos, resultado del Resumen Energético.

Los Resultados de la Evaluación Industrial son presentados en el Capítulo 4, en donde se presentan las recomendaciones clasificadas por área (energéticas, manejo de desperdicios, productividad y

otras), mencionando además las buenas prácticas con las que cuenta el cliente en cada una.

Cada recomendación es numerada e inicia con una breve descripción de la misma y un cuadro con el resumen de los ahorros estimados en costos y consumo, costos de implementación, tiempo de recuperación simple y el retorno de la inversión.

En la página siguiente se presenta una explicación detallada de la recomendación y de los cálculos para el análisis financiero. En caso de ser necesario se debe hacer cualquier aclaración acerca de la recomendación ó agregar un cuadro resumen con los datos técnicos utilizados para realizar los cálculos.

Cada miembro debe presentar el primer borrador de su tarea al líder del equipo para realizar las primeras correcciones y obtener el documento final, que primero debe pasar por la aprobación del líder, para luego ser remitido al Director, quien realiza las últimas sugerencias.

Cuando todas las partes del reporte final sean aprobadas por el Director, el líder del equipo debe unir las de manera coherente y ordenada en un solo documento para la revisión final.

Una vez aprobado el documento final el líder del equipo debe imprimir dos juegos del reporte: para el cliente y para archivos del CEI. En caso de que sea necesario imprimir otra copia, esta debe ser aprobada por el Director.

Finalmente el líder del equipo debe preparar la presentación de los resultados y acordar el día de entrega con el cliente. De esta manera el Director expone los resultados del análisis realizado y las recomendaciones propuestas, dando por terminado el servicio de Evaluación Industrial.

2.2 Requerimientos Técnicos.

Para el desarrollo de la auditoria se requieren datos que no se los pueden obtener con los equipos e instrumentos utilizados durante la producción normal.

Por esta razón resulta necesario adquirir equipos para iniciar con la operación del CEI y de esta manera asegurar la confiabilidad de las mediciones.

Las evaluaciones de la variación del calor y del consumo de energía en un proceso dependen de la temperatura en cada una de sus etapas, es por esto que se requiere:

- Termómetro Platinum RTD que cubre temperaturas de -150 a 500 °C, con probetas de medición de inmersión, superficie, aire/gases. Con una resolución ad 0.1 °C.
- Termocupla tipo K con rango de temperaturas de -50 a 1300 °C, resolución de 0.1 °C.
- Para mediciones de temperaturas más elevadas ó a grandes distancias se utilizará un termómetro infrarrojo con un rango de medición de -30 a 1200 °C y una razón de distancia al objetivo de 25:1.
- La cámara infrarroja será utilizada para detectar fugas de calor de manera inmediata y certera, las que pueden representar

ahorros significativos para la empresa. Con rangos de medición de 0 a 600 °C y capacidad de almacenamiento de imágenes.

- Para calibrar los instrumentos anteriormente descritos es necesario contar con un juego de termómetros de vidrio de mercurio, ya que estos serán el patrón de calibración que asegurará la confiabilidad de las mediciones.

Las mediciones de flujo son necesarias para poder estimar el consumo o descargas de los mismos, serán medidos a través de:

- Medidor de flujo ultrasónico, con capacidad de medir fluidos con y sin partículas en suspensión.

Otro factor importante es la presión utilizada en los procesos. Por ejemplo la intensidad del tiro determina el régimen al cual los gases de combustión pasan a través de la caldera y la cantidad de aire suministrado para la combustión.

Un tiro excesivo puede incrementar la temperatura, mientras que un tiro insuficiente puede causar humo. El tiro es medido con un dispositivo para medir presión. El equipo recomendado es:

- Manómetros, con escalas de medición de 0-100 psi, 0-1000 psi y 0-3000 psi.

La presencia de fugas de aire comprimido y de vapor representan pérdidas de energía por lo que se busca su detección durante la auditoria, por medio de:

- Detector ultrasónico de fugas de aire comprimido
- Detector ultrasónico de fugas de vapor



La eficiencia de la combustión de un caldero puede ser medido por el tipo de gases eliminados como producto de la combustión los mismos que son analizados a través de:

- Analizador electrónico de gases, que determine el porcentaje de O, CO y CO₂.

La humedad además de afectar la eficiencia de ciertos procesos también impacta en el rendimiento de equipos y operarios, por lo que debe ser medida mediante:

- Higrómetro digital con rango de humedad relativa de 0 a 100%, con resolución de 0.1 %, que incluye medidor de temperatura de 0 a 50 °C con resolución de 0.1 °C y anemómetro con rango de 0.4 a 25 m/s.

Durante la auditoria se realizarán mediciones eléctricas para lo cual se utilizará:

- Multímetro digital de inducción (de gancho) AC/DC con rango de medición de hasta 600 V y 600 A y test de continuidad.

Los niveles de iluminación afectan directamente al desempeño de los trabajadores es por esto que el sistema de iluminación debe ser examinado para asegurarse que es el adecuado, evitando el consumo excesivo de energía. Para esto se requiere:

- Luxómetro con rango de medición de hasta 1.000 luxes, de esta manera se cubren los estándares de iluminación requerida para los diferentes sitios de trabajo.

Adicionalmente se necesitarán:

- Flexómetro de 50 metros
- Cronómetro
- Linterna

La mayor parte de las auditorias se realizarán dentro de industrias manufactureras, por lo que se deben respetar las medidas de seguridad industrial. Es por esto que el CEI debe contar con el siguiente equipo para cada uno de sus integrantes:

- Cascos de seguridad con tiras ajustables
- Tapones de oídos
- Anteojos de seguridad

En relación a los equipos necesarios para el desarrollo de las actividades de la evaluación industrial se requiere:

- Dos computadoras estacionarias
- Laptop
- Pizarra líquida
- Cartelera
- Dos estaciones de trabajo, compuestas por escritorio con archivador y silla.
- Una mesa de reuniones para cinco personas
- Dos archivadores verticales.
- Cinco tableros

2.3 Requerimientos Humanos.

El personal necesario para que el Centro de Evaluación Industrial pueda iniciar la prestación del servicio es:

- Director Técnico de Evaluaciones Industriales, un Ingeniero Mecánico ó Industrial con experiencia en el área de manejo de

energía y procesos. Debe poseer una formación amplia de procesos industriales, equipos y tecnologías, con conocimiento de técnicas de ahorro energético y mejora de procesos. Debe ser una persona con una visión integradora de los sistemas productivos y energéticos, de tal manera que pueda dirigir al equipo auditor durante el desarrollo de las evaluaciones.

- Líder de Equipo Auditor, dos estudiantes que trabajen de manera estable para el CEI y se desempeñen como líderes del equipo auditor. Deben ser estudiantes de Ingeniería Mecánica ó Industrial de 4to ó 5to año, cuya especialidad esté orientada a la mejora de procesos y equipos. Deben presentar cualidades investigativas e innovadoras y capacidad de manejo de equipos de trabajo.
- Miembros del Equipo Auditor, estudiantes de Ingeniería Mecánica, Industrial ó Eléctrica de 4to ó 5to año que trabajen para el Centro únicamente cuando sus servicios sean requeridos, es decir, para la realización de una Evaluación Industrial. Los estudiantes seleccionados deben ser innovadores, proactivos y presentar un alto desempeño en trabajos en equipo.

Es importante destacar la participación de los estudiantes dentro del Centro, ya que ellos son parte importante para el desarrollo de las Evaluaciones Industriales.

Además del beneficio económico para la empresa, el CEI beneficia a los estudiantes, ya que les permite realizar prácticas en asesorías reales como parte de su formación.

CAPÍTULO 3

3. PRUEBA DEL DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de poner a prueba el diseño preliminar del servicio diseñado se realizó una evaluación industrial a una empresa procesadora de acero situada en la ciudad de Guayaquil.

En este capítulo se describen las actividades realizadas previas a la auditoria y los resultados obtenidos de acuerdo a los procesos propuestos, junto con una breve descripción de la empresa evaluada.

3.1 Preparación del Servicio de Evaluaciones Industriales.

Para realizar la prueba de campo del diseño preliminar del servicio ofrecido por el CEI se solicitó a una empresa de la ciudad de Guayaquil la autorización para ingresar a sus instalaciones para el

desarrollo de la auditoria y en base a los resultados obtenidos realizar el diseño final del servicio

El director del equipo fue el Ing. Francisco Andrade S., el líder del equipo fue el estudiante encargado del estudio de factibilidad técnica para la implantación del CEI en la ESPOL.. Adicionalmente el equipo estuvo formado por un egresado de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial (IAPI), responsable del estudio de factibilidad financiera de la implantación del centro, dos estudiantes de Ingeniería Mecánica y un estudiante del IAPI de último año y un estudiante del IAPI de cuarto año. El tiempo que tomó la formación del equipo fue de una semana.

En total participaron siete personas, las que formaban un equipo multidisciplinario de manejo de procesos y sistemas energéticos.

El líder del equipo se encargó de enviar el formulario FII – 001 para solicitar la información inicial al cliente, quien respondió después de 48 horas, entregando la información solicitada excepto la lista de equipos, por no contar con una.

El formulario fue llenado de manera completa, lo que indica que su diseño es adecuado. A pesar de que el personal conoce bien el proceso se observó dificultad al tratar de explicarlo de manera esquemática, por lo que el líder del equipo tuvo que llevarlo a un flujo de proceso para presentarlo al resto del equipo.

La información fue distribuida por medio del formato FII – 002 de Antecedentes del cliente.

Debido a que el CEI aún no inicia sus operaciones no cuenta con equipo propio, por lo que fue necesario solicitar el préstamo de los equipos de la ESPOL que fueron:

- Flexómetro (Komolen), 20 metros.
- Termocupla K (EC), hasta 1500°C.
- Termocupla ambiental (Traceable), -50°C a 150°C.
- Indicador de humedad y temperatura (Measurements Group Model 601C), -50°C a 150°C y 10% HR a 90% HR.
- Amperímetro de gancho (Fluke), 0 a 600V, 0 a 400 A, 0 a 200Ω.
- Manómetro Burdon (Wika), de 0 1000 psi.
- Medidor Monoxor II (Bacharach Electronic Gas Analyzer), 0 a 1999 ppm de CO.

- Medidor Oxor II (Bacharach Electronic Gas Analyzer), 0 a 100% de O₂.
- Linterna.
- Cámara Digital.

Adicionalmente se utilizó un multímetro de inducción propiedad del Director del Equipo. Los equipos de seguridad fueron dotados por la empresa evaluada.

Un día antes a la auditoria se reunió el equipo para preparar un plan de actividades, delegando responsabilidades a cada miembro. Además se presentaron los instrumentos de medición para familiarizarse con su utilización y asegurar su buen estado y se dieron recomendaciones de seguridad industrial para asegurar el bienestar de los miembros.

El automóvil utilizado fue la camioneta de la FIMCP, por lo que fue necesario contar con una autorización para su uso, trámite similar al efectuado para la prestación de los equipos mencionados.

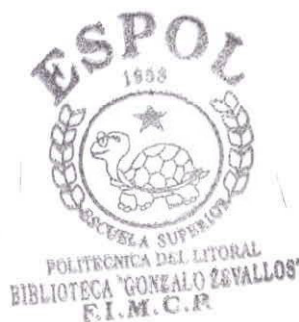
El día de la auditoria se dotó de tableros a los integrantes y se repartieron los formatos de recolección de información de acuerdo al área asignada.

Al llegar a las instalaciones del cliente se realizó una reunión con la contraparte, en donde se dio una explicación del proceso productivo y detalle de los equipos que intervienen en el mismo, permitiendo que los miembros del equipo aclararan ciertas dudas, para luego iniciar con la auditoria a la empresa.

Finalmente el equipo se dividió en dos de acuerdo a las actividades ya delegadas. Cada grupo contó con personal especializado en manejo de procesos y en manejo de energía y fueron guiados por dos delegados de la contraparte para dar inicio a la auditoria.

3.2 Antecedentes de la Industria Evaluada.

La empresa evaluada inició sus operaciones en 1972 y está dedicada al procesamiento de acero. Sus principales productos son: tubería metálica, perfiles metálicos, carpintería metálica y galvanizado de estructura metálica.



Su producción anual es aproximadamente de 60.000 toneladas de acero, situándola entre las principales industrias de su tipo en el país.

Cuenta con 45 empleados administrativos, 35 de planta y 3 en bodega. La planta opera de acuerdo a la demanda del mercado, mayormente trabajando dos turnos de 12 horas.

La planta está dividida en 6 naves:

- Nave 1: Almacenamiento de Bobinas
- Nave 2: Cortadoras, Alisadora y Almacenamiento temporal de flejes.
- Nave 3: Tuberías y Almacenamiento temporal de producto terminado
- Nave 4: Perfiladoras y Almacenamiento temporal de producto terminado
- Nave 5: Galvanizado
- Nave 6: Entrada de materia prima, plegadora y guillotina.

A continuación se presenta un bosquejo de su distribución.

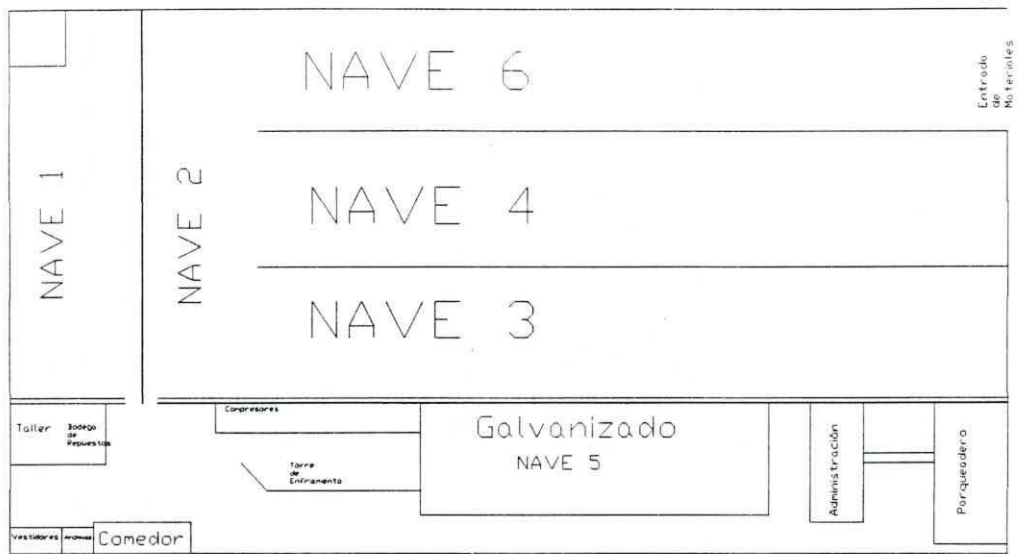


FIGURA 3.1 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA EMPRESA

Los procesos productivos identificados fueron:

- Producción de planchas, tuberías y perfiles
- Galvanizado de estructuras metálicas

En el figura 3.2 se muestra el flujo del proceso de producción de planchas, tuberías y perfiles, indicando las entradas y salidas de materiales.

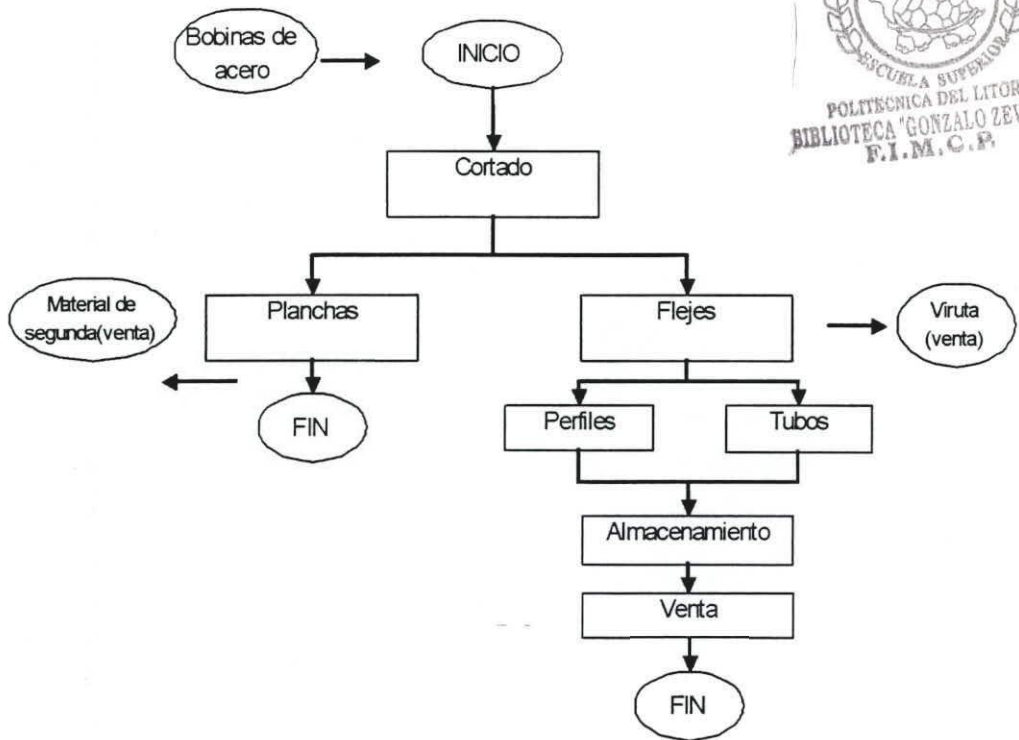


FIGURA 3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLANCHAS, TUBERÍAS Y PERFILES.

Para el caso de planchas estas son cortadas de acuerdo a las medidas solicitadas por el cliente para luego ser almacenadas y despachadas. El producto no conforme es vendido como material de segunda.

Para la producción de perfiles y tuberías las bobinas son cortadas en slitters o flejes de acuerdo a la medida del tubo o perfil que se vaya a procesar. En este proceso se produce como desperdicio viruta que es el residuo de las bobinas, la cual es vendida como chatarra.

Con los flejes cortados se alimenta a las tuberías o perfiladoras, de acuerdo al producto que se planea hacer. Como residuo se obtiene la rebaba de la soldadura en los tubos, que es vendida como chatarra.

Una vez terminado el producto es empaquetado y almacenado para su venta.

El flujo de proceso de galvanizado de estructuras con entradas y salidas de materiales es el siguiente:



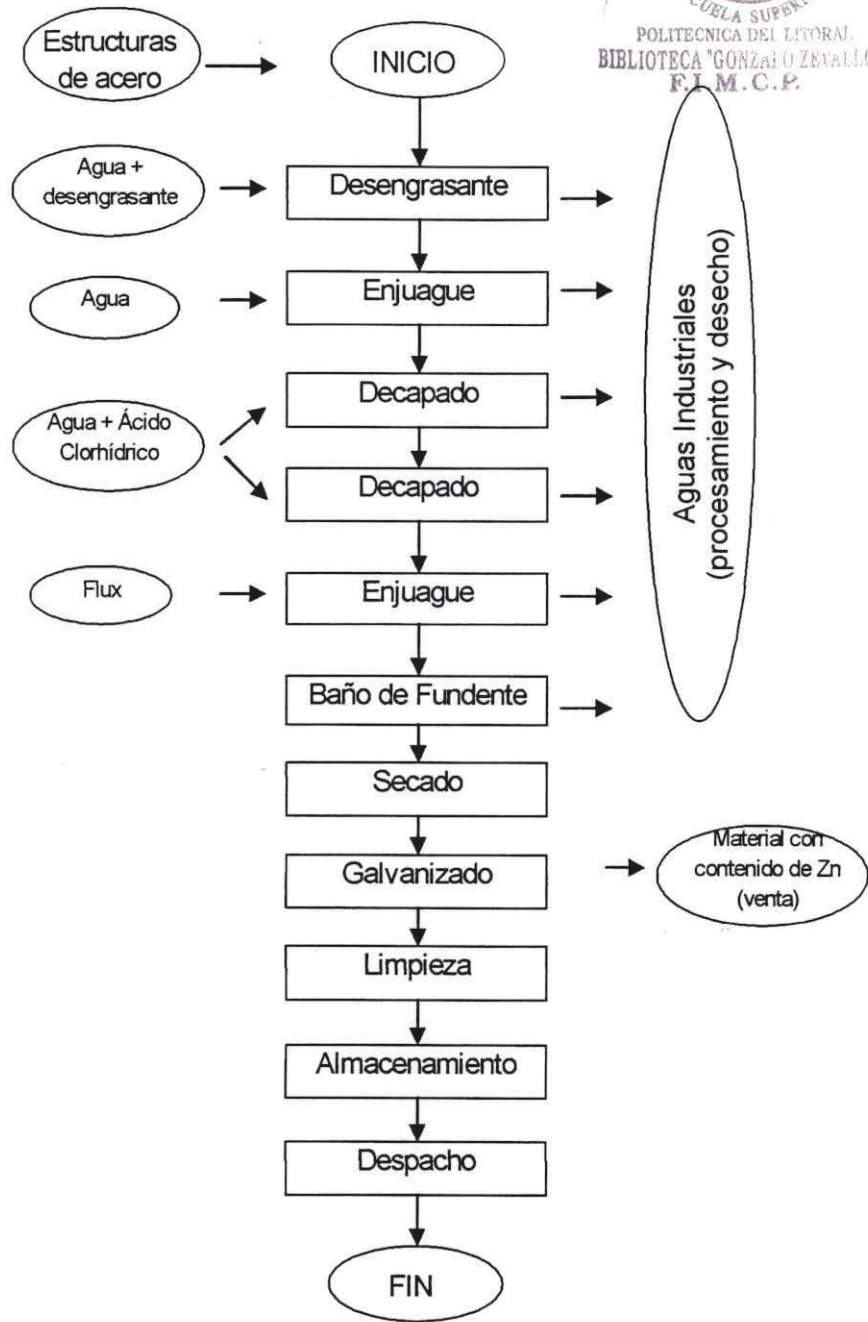


FIGURA 3.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE GALVANIZADO DE ESTRUCTURAS Y TUBERÍAS METÁLICAS.

El proceso de galvanizado inicia con un baño de agua y desengrasante a una temperatura alrededor de los 90 °C. durante aproximadamente 5 min., dependiendo de la estructura.

Luego se sumerge en agua a una temperatura aproximada a los 85 °C para su enjuague.

Una vez terminado el enjuague se realiza el decapado dos veces, introduciendo la estructura en las tinas de agua y ácido clorhídrico durante un tiempo aproximado de 5 minutos, variando de acuerdo al producto que se procesa. La siguiente tina es un baño de agua para el enjuague final.

El último baño es el de fundente, que está compuesto por Zaclón. Se sumerge la estructura por aproximadamente 5 min. para luego pasar al secado.

Las aguas residuales de los baños pasan por un tratamiento previo a su desecho.

Para evitar el choque térmico antes del baño del Zinc los tubos se introducen en un horno de secado, en el caso de las estructuras

reposan por 5 minutos sobre el calor de la Tina de Zinc para secarse. Este paso es muy importante ya que si se introduce agua en la tina con la estructura o tubo se produce una explosión.

Una vez secos se introducen las estructuras y tubos en un baño de Zinc a 450 °C. Los residuos de Zn se reúnen para la venta.

Finalmente se retira el exceso de Zn de los tubos mediante un sistema de vapor y aire comprimido y las estructuras son sacudidas sobre la tina de Zinc. Los residuos de Zinc extraídos se pierden con el vapor, por lo tanto no son recuperados.

El producto terminado es empaquetado y almacenado para la entrega final al cliente.

Para el estudio del consumo de energía eléctrica se obtuvieron las facturas desde enero del 2003 hasta diciembre del 2003, periodo en el cual se la empresa pagó \$184.110,20 por 1'906.100 KWh. En base al análisis se estimó una demanda promedio de 879 KW al mes a un costo aproximado de \$ 4.37 KW /mes



Con esa información se calculó el costo de la energía eléctrica, la que es de \$ 0.072 KWh excluyendo la demanda y de \$ 0.092 KWh incluyéndola, ambas cifras incluyen impuestos, valores que fueron utilizados para los cálculos del análisis económico de las recomendaciones presentadas.

Adicionalmente la empresa utiliza diesel como fuente de energía, con un consumo mensual entre 9,000 y 10,000 galones a un costo de \$ 0.87 /gal

El costo anual por consumo de energía es aproximadamente de \$ 280.000 USD, en donde el 65% se debe al consumo de electricidad y el 35% restante al diesel.

La planta consume el 100% del diesel utilizado y el 92% de la energía eléctrica en relación a las oficinas administrativas, justificando así una auditoria enfocada principalmente a la planta.

Entre los principales equipos consumidores de energía eléctrica se encuentran: motores, compresores, lámparas y sistemas de acondicionamiento de aire. En relación al diesel, los equipos consumidores son: un caldero y horno del área de galvanizado.

El siguiente gráfico muestra la distribución del costo de energía eléctrica de los principales equipos utilizados

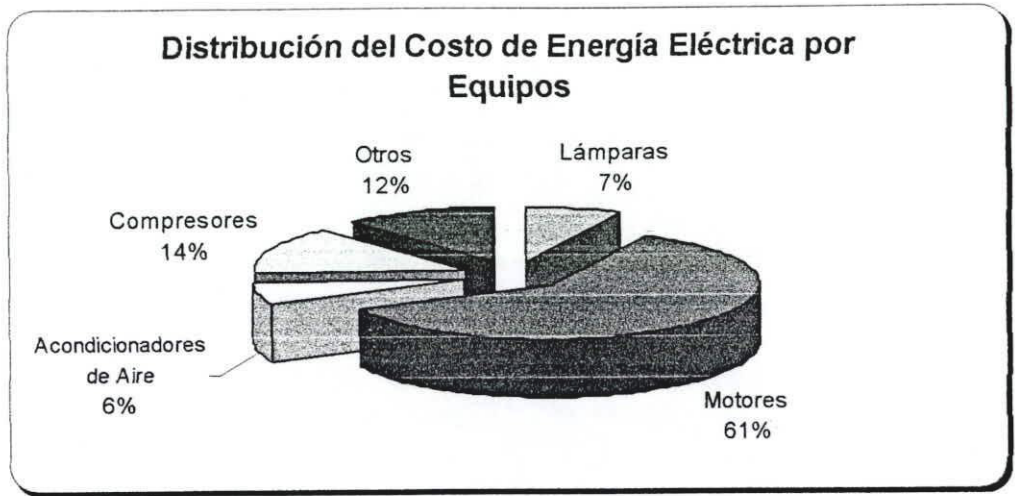


FIGURA 3.4 DISTRIBUCIÓN DEL COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR EQUIPOS

Se puede observar que los principales consumidores son los motores ya que todas sus máquinas poseen estos equipos y el tiempo de utilización es alto.

Los compresores con el 14% del costo, se sitúan en segundo lugar. Esto se debe que la mayoría de las maquinas operan con sistemas neumáticos aumentando así su utilización y por ende consumo de energía.

Las lámparas y acondicionadores de aire representan el 7% y 6% de los costos, esto se debe a que su consumo y horas de utilización son pequeños comparados al de motores y compresores.

Finalmente se encuentra la clasificación de “otros” que representa el 12% de los costos e incluye el resto de los equipos eléctricos como: soldadoras, fresadoras, taladros, etc.

3.3 Resultados Obtenidos.

El análisis de la empresa y el detalle de las recomendaciones formuladas son presentados en un informe final adjuntado en el anexo AE, el cual se basó en el formato diseñado en el capítulo 2 y fue realizado en 15 días trabajando a tiempo completo a partir del envío del formato FII – 001 de información inicial de la empresa

Durante la realización del informe hubo la necesidad de contactar a la contraparte de la empresa cliente, debido a que faltaba cierta información para el desarrollo de las recomendaciones. Es por esto que dos miembros del equipo tuvieron que realizar una visita complementaria para levantar la información adicional requerida.

Como resultado de la Evaluación Industrial realizada se obtuvieron 11 recomendaciones: 4 en el área energética, 3 en mejora de la productividad y 4 no cuantificables, las que presentan ahorros de \$53,828.69 anuales que representa el 20% del costo por consumo de energía.

Las recomendaciones en el área energética presentan un ahorro de \$12,765.36 /año, con un costo de implementación de \$ 6,787.34 /año, disminución del consumo de diesel de 8,190.83 gal/año, disminución del consumo eléctrico de 62,540.42 KWh/año y reducción de la demanda en 13.47 KW. Del análisis financiero se tiene que el tiempo de recuperación simple es de 0.53 años con un ROI de 188.07 %/año.

A continuación detalle de las recomendaciones energéticas:

1. Redistribución del Sistema de Iluminación.- Basados en un análisis de las necesidades de iluminación de la planta se redistribuyeron las lámparas de la planta obteniendo como resultado una disminución del consumo energético, adicionalmente se recomienda cambiar las lámparas fluorescentes del área administrativa por otras más eficientes. Como resultado se presentó un ahorro de \$ 3,669.22/año , disminución del consumo eléctrico de 41,147.42 KWh/año, reducción de la demanda en 13.47 KW/año, con un costo de implementación de

\$ 6,156. La recomendación posee un tiempo de retorno de la inversión de 1.6 años y ROI de 59.6 %/año.

2. Cambio de Bandas de motores.- La recomendación consiste en reemplazar las bandas corrientes tipo V por bandas corrugadas o dentadas tipo CV, aumentando así la eficiencia del consumo de energía eléctrica. AL implementar esta recomendación se obtiene un ahorro de \$ 1,9.03 /año y una reducción del consumo de 21,393 KWh/año. El costo de implementación es cero, debido a que no se requieren adecuaciones para el cambio de bandas y se plantea su instalación en el momento en que las actuales cumplan su vida útil y deban ser cambiadas.

3. Aislamiento Caldero y Línea de vapor.- Al aislar el supercalentador y las líneas de vapor con lana de vidrio se disminuirá la pérdida de energía y se eliminará una condición peligrosa contra el bienestar de los empleados del área de Galvanizado, siendo esta última el principal beneficio. El ahorro estimado es de \$ 231.64 /año, reduciendo el consumo de diesel en 189.1 gal/año. El costo de implementación es de \$ 87.6, obteniendo así un tiempo de retorno de la inversión de 0.37 años y ROI de 264.43 %/año.

4. Instalar aislamientos verticales en las aberturas del horno de secado.- Al instalar cortinas verticales en la entrada y salida de materiales se disminuirá el desperdicio de energía y por lo tanto los

gastos por consumo de diesel. El ahorro estimado es de \$ 6,961.5 /año, reduciendo el consumo de diesel en 8,001.73 gal/año. El costo de implementación es de \$543.74 /año, obteniendo así un tiempo de retorno de la inversión de 0.078 años y ROI de 1,280.3 %/año.

Las recomendaciones de mejora de productividad presentan ahorros desde dos enfoques: manteniendo el nivel de producción y de esta manera disminuyendo el tiempo de operación con ahorros energéticos y de mano de obra ó aumentando el nivel de producción, en el caso de que exista demanda, incrementando sus ingresos por ventas.

En el primer caso se alcanza un ahorro de \$41,063.33 /año con un costo de implementación de \$16,200.2 /año, presentando un ahorro de 39,678.99 Kwh/año y 13,380 gal diesel/año. El tiempo de retorno de la inversión es de 0.39 años y el ROI es de 253.47 %/anual.

Si la empresa desea elevar su nivel de producción lo podrá hacer con un aumento de la productividad mayor al 71.4% lo que significa un ingreso adicional por ventas de 4'616,438.82

Las recomendaciones de mejora de productividad son:

1. Mejora en el Sistema de Ventilación.- Mediante la instalación de extractores eólicos se plantea mejorar el sistema de ventilación de la planta, creando mejores condiciones de trabajo lo que dará como resultado un aumento en la productividad de los operarios. Para los cálculos se estimó un aumento de la productividad de 3%. En el caso de que se decida mantener el nivel de producción se obtendrán ahorros de \$ 13,519.18 /año disminuyendo el consumo en 26,213 KWh/año. El costo de implementación es de \$ 16,200.20 recuperando la inversión en 1.19 años con un ROI de 83 %/año.

En el caso de que se decida aumentar la producción se llegará a tener un aumento en ventas de \$ 661,005.00 /año, de esta manera se recupera la inversión en 0.02 años con un ROI de 4080.22 %/año

2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado.- Se plantea aumentar la utilización de los puentes grúa en el área de galvanizado con el objetivo de reducir el tiempo del ciclo del proceso mejorando la productividad en 71.4 %. Manteniendo el nivel de producción se podrá ahorrar \$ 25,170.6 /año y 13,380 gal de diesel/año sin costos de implementación. Al aumentar la producción se presentará un aumento en ventas de \$ 228,375 /año.

3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras.- Analizando los tiempos de preparación de la cortadora se propone adelantar ciertas actividades con el objetivo de reducir el tiempo total

de paradas por preparación de maquinarias aumentando en 71.4 % la productividad. Manteniendo el mismo nivel de producción se obtienen ahorros de \$ 2,373.55 /año y disminución del consumo en 13,465.99 KWh/año, sin costo de implementación. En caso de que la empresa decida aumentar su producción tendrá un incremento en ventas de \$ 3'727,058.82 /año.

El último tipo de recomendaciones presentadas son las No Cuantificables, ya por el alcance de la evaluación sus beneficios no pueden ser cuantificados, pero basados en estudios realizados se conoce que pueden presentar grandes beneficios a la organización.

Las recomendaciones No Cuantificables presentadas son las siguientes:

1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad Industrial
2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)
3. Implementación de programa de Orden y Limpieza
4. Mejora en la utilización del Caldero

de paradas por preparación de maquinarias aumentando en 71.4 % la productividad. Manteniendo el mismo nivel de producción se obtienen ahorros de \$ 2,373.55 /año y disminución del consumo en 13,465.99 KWh/año, sin costo de implementación. En caso de que la empresa decida aumentar su producción tendrá un incremento en ventas de \$ 3'727,058.82 /año.

El último tipo de recomendaciones presentadas son las No Cuantificables, ya por el alcance de la evaluación sus beneficios no pueden ser cuantificados, pero basados en estudios realizados se conoce que pueden presentar grandes beneficios a la organización.

Las recomendaciones No Cuantificables presentadas son las siguientes:

1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad Industrial
2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)
3. Implementación de programa de Orden y Limpieza
4. Mejora en la utilización del Caldero



En el reporte final se encuentran detalladas las recomendaciones, exponiendo en que consisten, los cálculos de ahorros y de implementación y el análisis financiero de retorno de la inversión.



CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEFINITIVO DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

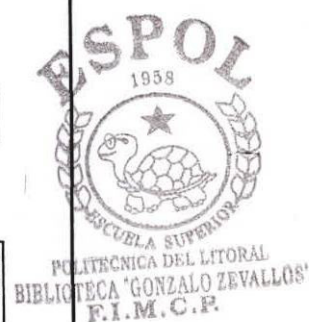
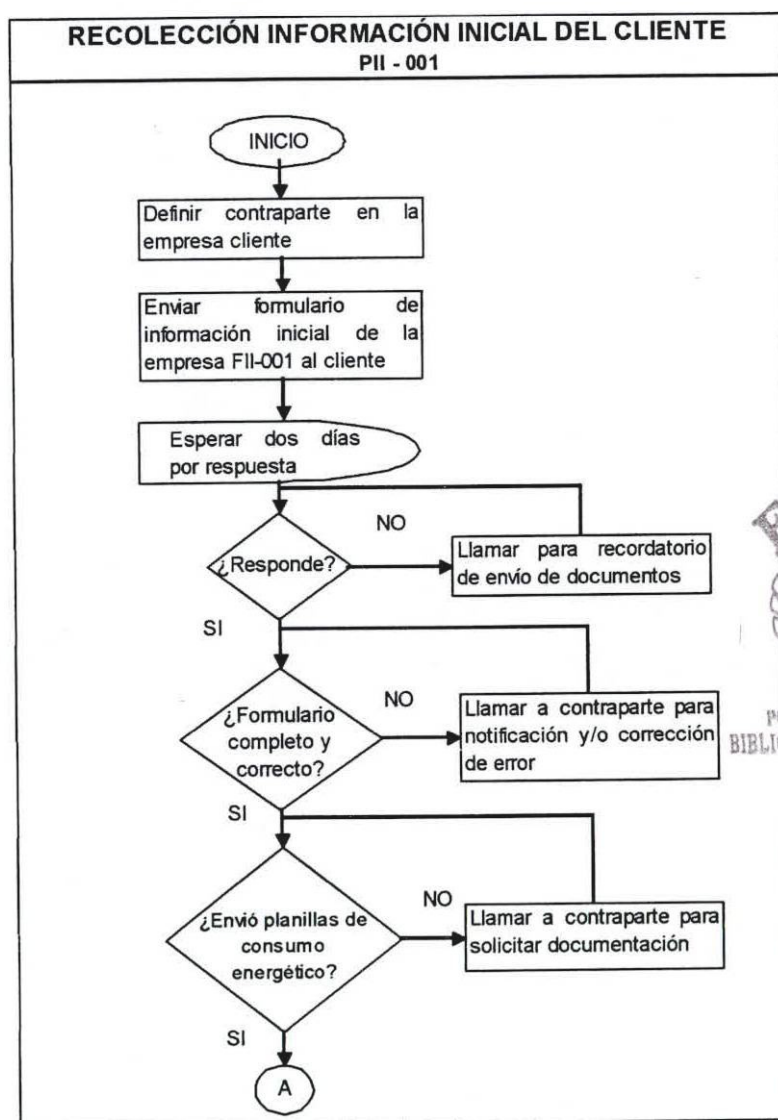
En este capítulo se realizará el diseño definitivo del servicio de evaluaciones industriales ofrecido por el CEI, obtenido en base a los resultados de la prueba de campo de diseño preliminar.

El servicio fue dividido en tres etapas: recolección de información inicial, realización de la auditoria y realización del reporte final. En cada etapa se realiza un análisis de los procesos relacionados y la formalización de formatos e instructivos utilizados.

4.1 Recolección de Información Inicial.

Es la primera etapa del servicio de Evaluaciones Industriales, tiene como objetivo reunir la información preliminar del cliente que será utilizada para la planificación de la auditoría.

En la figura 4.1 se muestra el proceso definitivo de recolección de información inicial PII – 001



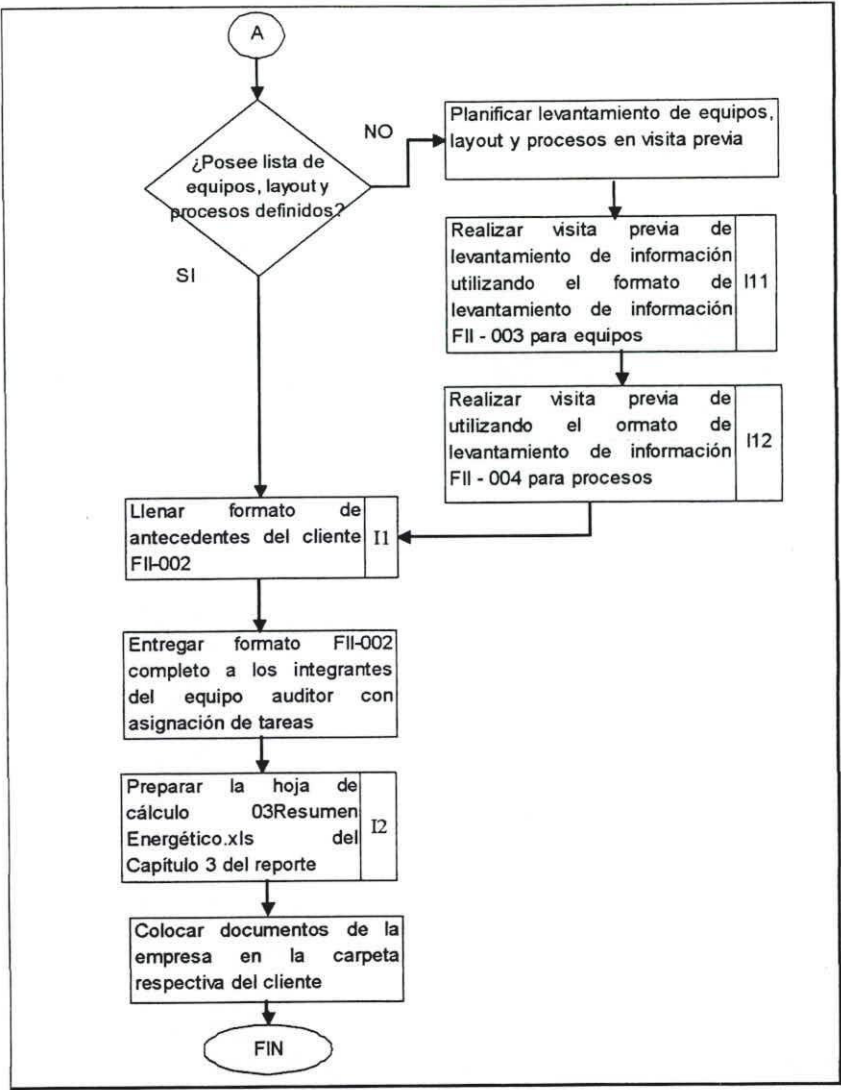


FIGURA 4.1 PII – 001 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE

Los formatos definitivos (Apéndice AF) que serán utilizados son:

- FII – 001 Formulario de Información Inicial de la Empresa, que es enviado al cliente para solicitar de manera estandarizada la información necesaria previa a la auditoria. Se incluyeron

campos de ingreso de información para conocer la producción anual en unidades y en dólares (a precio de venta) y si cuentan con: estándares de producción, sistemas de seguridad industrial y procedimientos de trabajo definidos, de esta manera poder evaluar la administración de la producción de la empresa.

- FII – 002 Antecedentes del Cliente, el cual es utilizado para procesar la información inicial del cliente y distribuirla entre los miembros del equipo. Este hace referencia al Instructivo 01 (Apéndice AG), el que contiene indicaciones para su uso. Los campos adicionales del formato FII – 001 también se encuentran en el formato FII – 002.
- FII – 003 Levantamiento de información de equipos en visita previa. Es utilizado en caso de que la empresa no entregue la información básica necesaria de equipos para iniciar con la auditoria. Hace referencia al Instructivo 011 (Apéndice AG).
- FII – 004 Levantamiento de Información de procesos en visita previa. Es utilizado en caso de que la empresa no entregue la información básica necesaria en relación a procesos para iniciar con la auditoria. Hace referencia al Instructivo 012 (Apéndice AG).

Una vez definida la persona que será la contraparte de la empresa cliente durante el desarrollo del servicio el líder del equipo debe enviarle el formulario de Información Inicial de la empresa FII – 001, esperando hasta dos días el envío del formulario lleno junto con las planillas del consumo de energía, ya que contienen la información mínima necesaria para la planificación de la auditoria.

En el caso de que la empresa no haya definido bien el proceso productivo y no posea el listado de equipos con especificaciones y plano de sus instalaciones se debe la realización de una visita previa para levantar la información necesaria, utilizando los formatos FII – 003 y FII – 004 para equipos y procesos, respectivamente.

Una vez recopilada la información inicial del cliente el líder del equipo debe completar el formulario FII – 002 Antecedentes del Cliente y distribuirlo por lo menos dos días antes de la auditoria.

Basados en las planillas de consumo energético el líder del equipo debe preparar el Resumen Energético de la empresa, siguiendo las indicaciones del instructivo I002 Resumen Energético (Cap 3).

Toda la información obtenida y generada debe ser archivada en la carpeta, física y magnética, del cliente y ser manejada con absoluta confidencialidad.

La siguiente figura analiza las entradas y salidas de información del proceso.

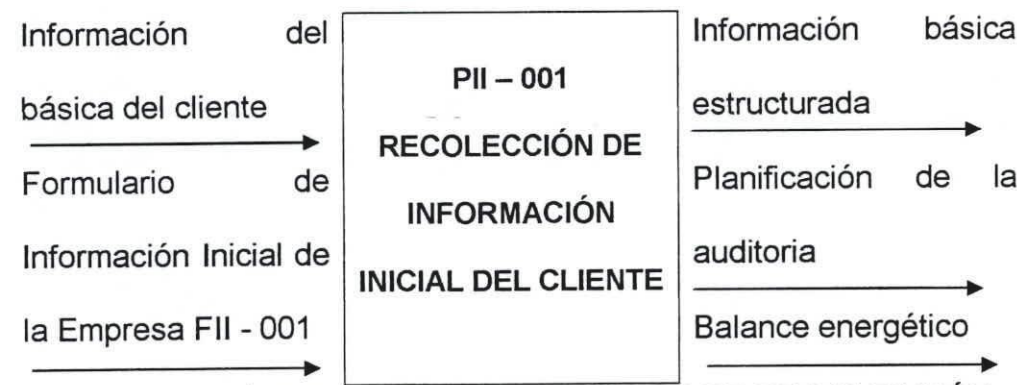
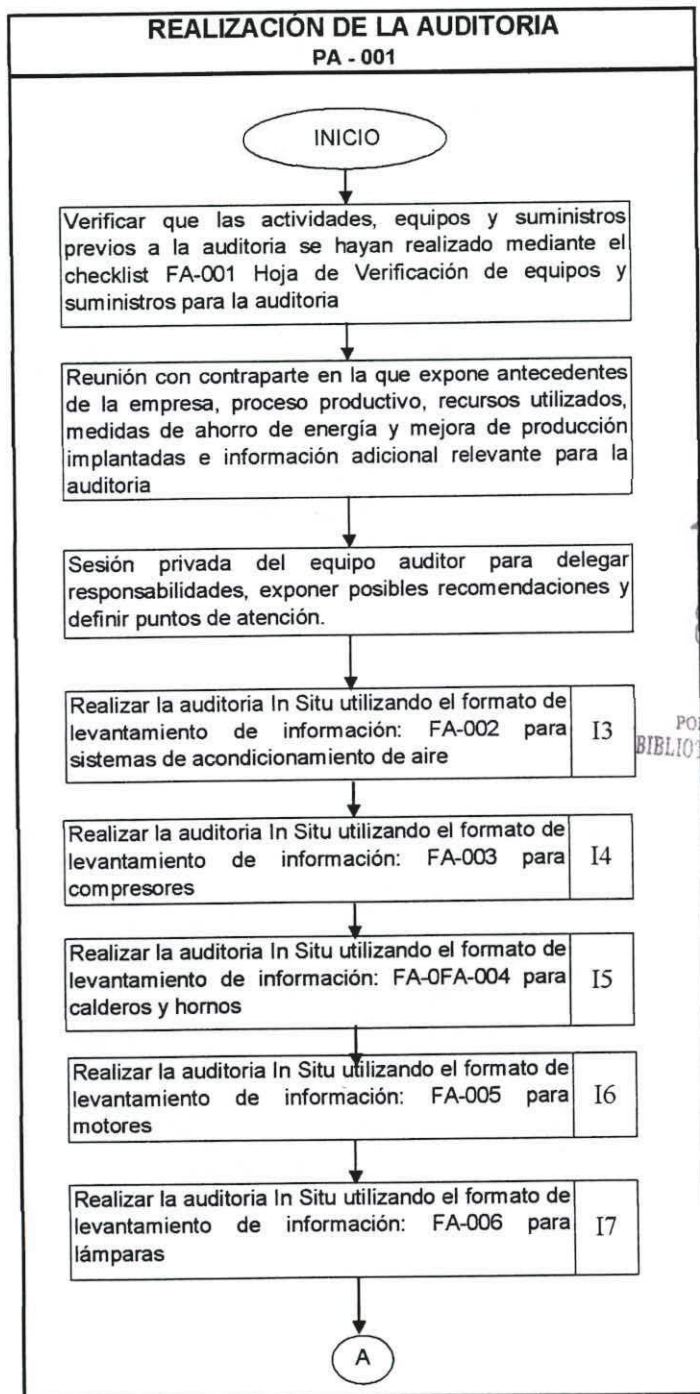


FIGURA 4.2 ANÁLISIS DE PII – 001 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE

4.2 Realización de la Auditoria.

La siguiente etapa es la Realización de la Auditoria, en la que el equipo auditor con todo el material y equipo requerido realiza la auditoria a la empresa en donde se buscan oportunidades de mejora y se levanta y valida información. El éxito de la evaluación industrial depende de la capacidad de observación de los miembros del equipo auditor.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de proceso para PA
– 001 Realización de la Auditoria.



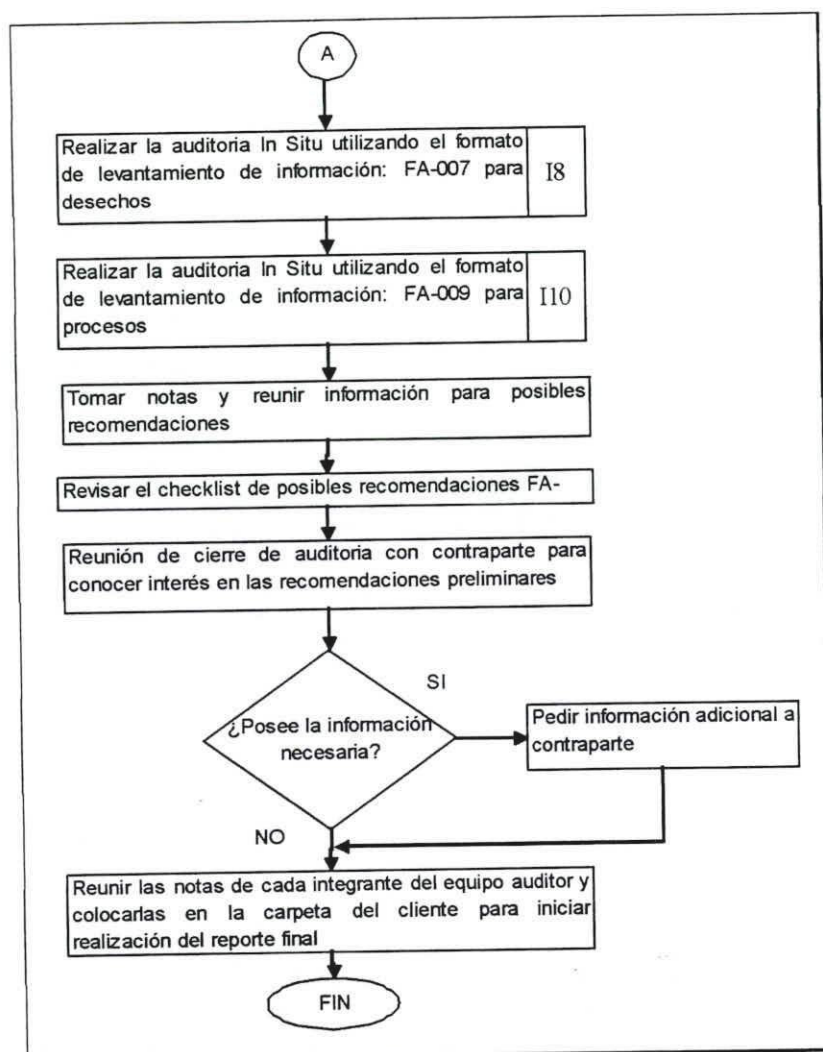


FIGURA 4.3 PA – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA

Dentro de este proceso se utilizan los siguientes formatos (Apéndice AF):

- FA – 001 Hoja de Verificación de equipos y suministros para la auditoria, que sirve para comprobar que todos los equipos y suministros estén listos antes de iniciar la auditoria.

- FA – 002 Levantamiento de Información de Sistemas de Acondicionamiento de Aire, utilizada para recolectar la información necesaria respecto a los sistemas de acondicionamiento de aire.
- FA – 003 Levantamiento de Información de Compresores, para recolectar la información necesaria en relación a la operación de los compresores.
- FA – 004 Levantamiento de Información de Calderos y Hornos, para recolectar la información en relación a la operación de los calderos y hornos.
- FA – 005 Levantamiento de Información de Motores, para recolectar la información en relación a la operación de los motores.
- FA – 006 Levantamiento de Información de Lámparas, para recolectar la información en relación a la lámparas instaladas.
- FA – 007 Levantamiento de Información de Desechos, para recolectar información referente al manejo de los desechos.
- FA – 008 Checklist de Recomendaciones, utilizada al final de la auditoria para verificar las recomendaciones que son aplicables al cliente de una lista de las recomendaciones más comunes.

- FA – 009 Levantamiento de Información de Procesos, para recolectar información referente a los procesos productivos de la empresa

Los formatos de levantamiento de información FA – 002 hasta FA – 007 y FA – 009 hacen referencia a su respectivo instructivo de uso (Apéndice AG) en donde se explica como ingresar cada campo del formato. Su re-diseño se basó en la información que fue levantada durante la prueba del diseño preliminar.

Antes de partir hacia las instalaciones del cliente se debe verificar que la documentación, suministros y equipos estén listos, mediante el formato FA – 001 Hoja de Verificación de equipos y suministros (Apéndice AF).

Al llegar a la empresa el equipo se reúne con la contraparte quien expone los antecedentes, proceso productivo, recursos utilizados, medidas de mejora energética y de procesos. Además aclarará cualquier duda que el equipo tenga.

Una vez terminada la reunión el equipo se reúne de manera privada para delegar responsabilidades, exponer posibles recomendaciones y definir puntos de atención.

Para la realización de la auditoria se utilizarán los formatos de recolección de información: FA –002 Sistemas de Acondicionamiento de Aire, FA – 003 Compresores, FA – 004 Calderos y Hornos, FA – 005 Motores, FA – 006 Lámparas, FA – 007 Manejo de Desechos y FA – 009 Procesos, de acuerdo a las indicaciones de sus instructivos de uso: I003, I004, I005, I006, I007, I008 e I010 respectivamente, los cuales se encuentran en el Apéndice AG.

Adicionalmente a los formatos de levantamiento de información, todos los miembros del equipo deben poseer tableros con papel en blanco para tomar notas. En caso de requerir datos más detallados solicitarlos a la contraparte del cliente.

Concluida la inspección se debe revisar el checklist de posibles recomendaciones FA – 008, para asegurarse de que no se pasa ninguna por alto. Inmediatamente después se realiza la reunión de cierre con la contraparte en la que se exponen las recomendaciones preliminares encontradas por el equipo para conocer el interés del

cliente en cada una de ellas, de esta manera se asegura que solo se analizarán aquellas que serán implantadas por el cliente, además se solicita cualquier información adicional a la contraparte en caso de ser necesario.

Al terminar el día de la auditoria se agrupan las notas del equipo y los formatos de recolección de información, los que serán archivados en la carpeta del cliente para su análisis.

Este proceso se alimentado con: la información inicial del cliente, difundida entre el equipo de manera estructurada mediante el formato FII – 002 que contiene la información del cliente, ya sea entregada por el ó levantada en la visita previa y por la planificación de las actividades de la auditoria.

Como resultado se obtiene: información estructurada, validada y confirmada y las recomendaciones valoradas por el cliente.

A continuación se muestra el resultado del análisis del proceso PA-001 Realización de la Auditoria.

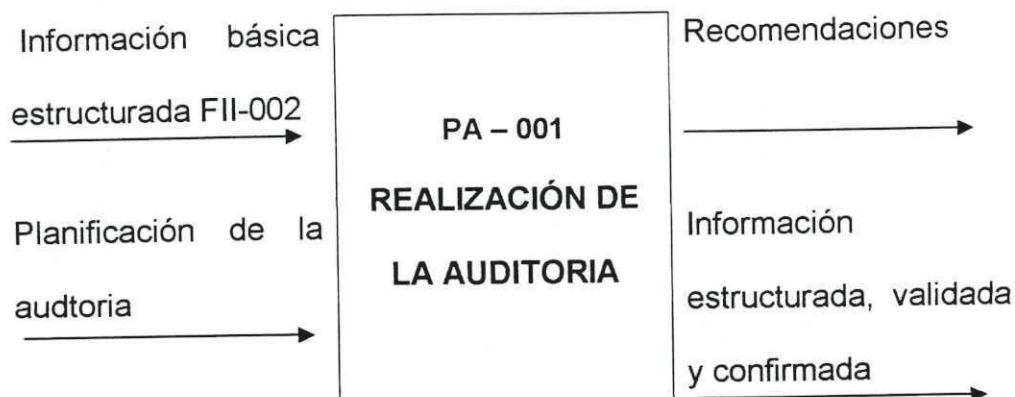


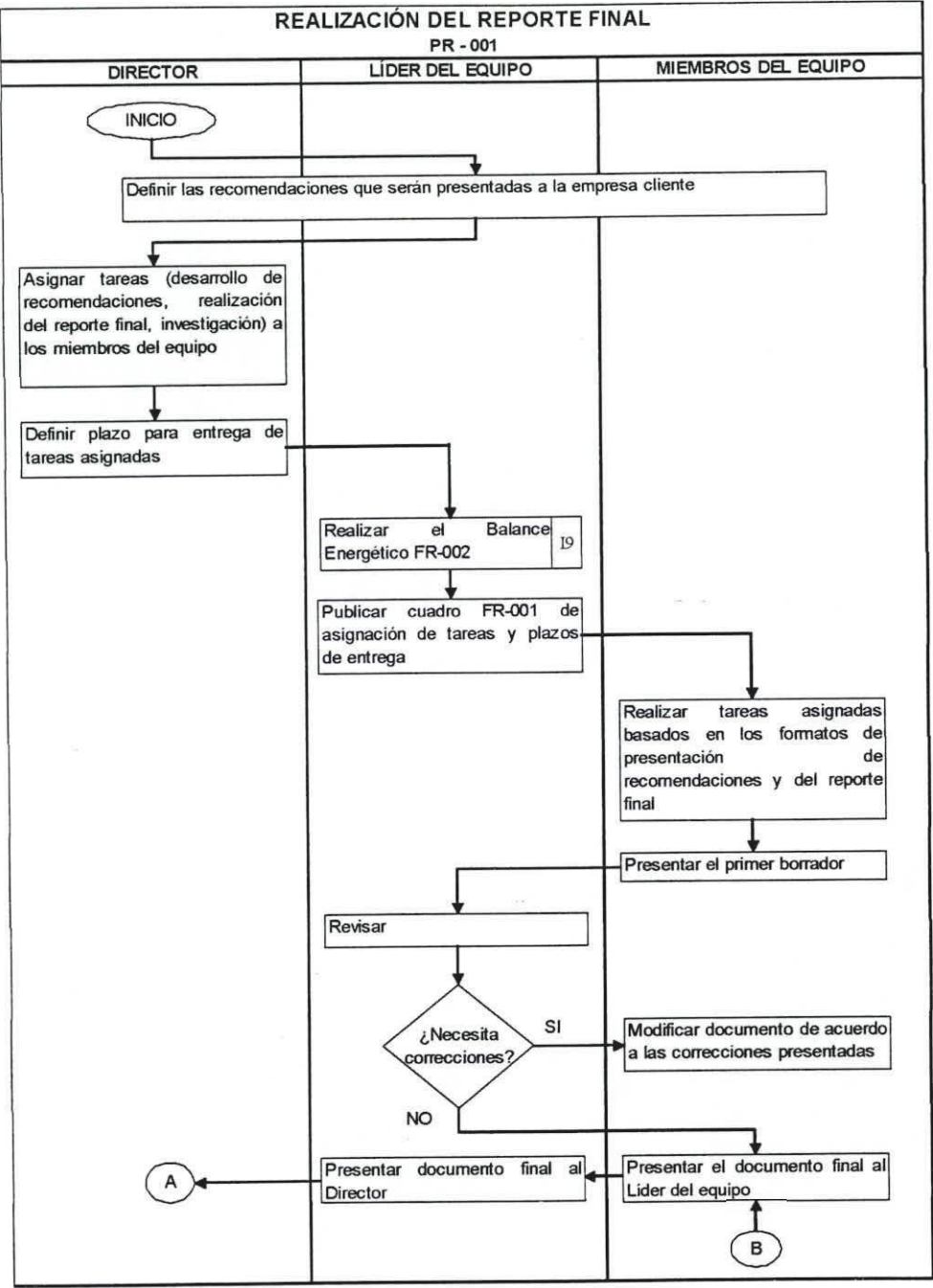
FIGURA 4.4 ANÁLISIS DE PA – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA

4.3 Realización del Reporte Final.

Una vez completada la tarea se debe distribuir la información entre los miembros del equipo para iniciar la realización del reporte.

La tercera y última etapa del servicio de Evaluación Industrial es la Realización del Reporte Final, en donde a través del análisis de la información entregada por el cliente que fue estructurada, validada y confirmada durante la auditoría, se genera el reporte final que será entregado al cliente y que contiene la cuantificación de los beneficios propuestos.

La siguiente figura muestra el proceso PR - 001 Realización del Reporte Final mediante un diagrama de flujo.



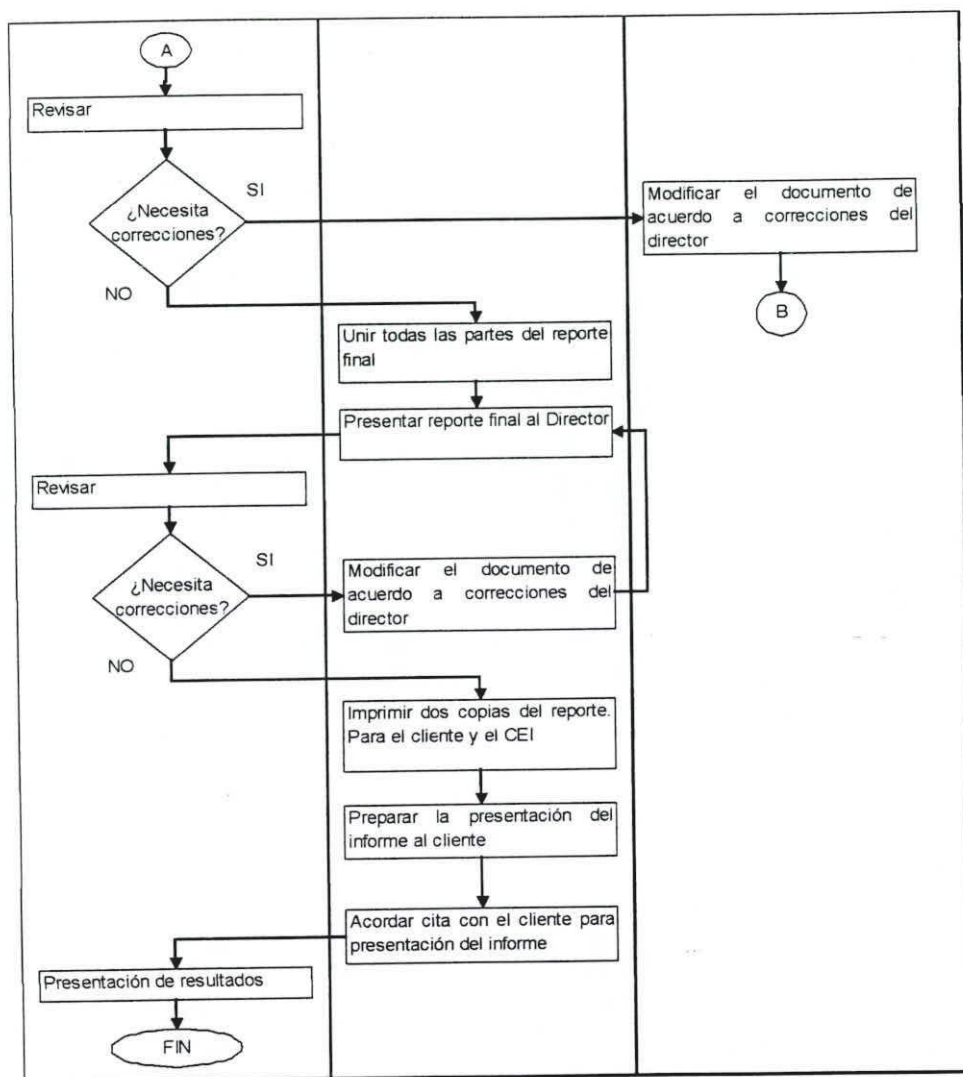


FIGURA 4.5 PR – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DEL
 REPORTE FINAL

Dentro de esta etapa se encuentran los siguientes formatos
 (Apéndice AF):

- FR – 001 Cuadro de Asignación de Tareas, en donde se publican las tareas de cada miembro del equipo y su plazo de entrega.

- FR – 002 Balance Energético, es una hoja de cálculo en donde se enlistan los principales equipos consumidores de energía y se estima su nivel de consumo. Hace referencia al Instructivo 009, donde se detalla su manejo.
- Reporte final, es un modelo del reporte final que se entregará al cliente que incluye el análisis de la información recopilada y la descripción de las recomendaciones presentadas.

Una vez que el equipo define las recomendaciones que serán presentadas al cliente, el director asigna las tareas a cada miembro del equipo y define el plazo para el análisis de la información requerida para el desarrollo de las tareas.

El líder del equipo es el encargado de realizar el Balance Energético siguiendo las indicaciones del Instructivo 09 (Apéndice AG) y de publicar el cuadro FR – 001 con la lista de los integrantes del equipo, sus tareas y fechas de entrega.

De esta manera las actividades necesarias para completar el reporte estarán distribuidas y deberán ser presentadas de acuerdo al formato del Informe Final descrito en el Apéndice AF.

El reporte final consta de cuatro capítulos y anexos:

- Capítulo 1. Resumen Ejecutivo
- Capítulo 2. Antecedentes de la Empresa
- Capítulo 3. Consumo Energético
- Capítulo 4. Resultados de la Evaluación Industrial
- Anexos

El Capítulo 1 es un resumen de los resultados de la auditoria, en donde se enumeran las recomendaciones presentadas detallando las áreas a las que corresponden (energía, manejo de desechos, productividad), el ahorro que representan en costo y consumo, el costo de implementación y el retorno de la inversión. En el caso de la recomendaciones de productividad se debe exponer las ganancias estimadas debido al aumento del nivel de producción, adicionalmete se deben incluir la lista de la Recomendaciones No Cuantificables, que debido al alcance del servicio no es posible estimar su beneficio.

Dentro del Resumen Ejecutivo se explica como se realizó el Balance Energético y se muestra la distribución del consumo de energía por equipo.

En el Capítulo 2. Antecedentes de la Empresa se describen aspectos generales del cliente, como: turnos de trabajo, áreas de la empresa, tipos de energía utilizados, principales equipos y sistemas consumidores de energía, descripción del proceso productivo, entre otros. Está compuesto por los siguientes sub-capítulos:

- 2.1 Descripción de la Empresa
- 2.2 Demanda Energética
- 2.3 Descripción del Proceso Productivo



Para completar el Capítulo 3. Consumo Energético se debe haber procesado la información de las facturas energéticas del cliente de los últimos doce meses en la hoja de cálculo 03Resumen Energético.xls y obtener los valores unitarios de cada tipo de energía, sus gráficos de consumo y sus costos asociados. Información que será utilizada para el desarrollo de las recomendaciones.

Los sub-capítulos analizan cada tipo de energía consumido por el cliente, variando su número y tipo para cada reporte. En general se presentan así:

- 3.1 Consumo Eléctrico
- 3.2 Consumo de Diesel

- 3.3 Consumo de Gas Licuado de Petróleo
- 3.3 Consumo de “Otros”, en donde se debe colocar el tipo de energía utilizado.

Este capítulo termina con un cuadro de la distribución de los costos energéticos, resultado del Resumen Energético.

Los Resultados de la Evaluación Industrial son presentados en el Capítulo 4, en donde se presentan las recomendaciones clasificadas por área (energéticas, manejo de desperdicios, productividad, No cuantificables y otras).

Cada recomendación es numerada e inicia con una breve descripción de la misma y un cuadro con el resumen de los ahorros estimados en costos y consumo, costos de implementación, tiempo de recuperación simple y el retorno de la inversión.

En el caso de las recomendaciones de productividad se agrega un cuadro resumen de los beneficios obtenidos si la empresa decide aumentar su nivel de producción. El cuadro incluye aumento en ventas estimado, aumento de la productividad, tiempo de recuperación simple y retorno de la inversión.

El cuadro resumen no es aplicable para el caso de las recomendaciones no cuantificables, en las que inmediatamente después del encabezado se inicia con su explicación teórica. La persona responsable de desarrollar una recomendación no cuantificable, debe basarse en datos de estudios existentes para demostrar su beneficio.

En la página siguiente al resumen se presenta una explicación detallada de la recomendación y de los cálculos para el análisis financiero. En caso de ser necesario se debe hacer cualquier aclaración acerca de la recomendación ó agregar un cuadro resumen con los datos técnicos utilizados para realizar los cálculos.

Para las recomendaciones de productividad se deben hacer dos tipos de cálculo: manteniendo el nivel de producción y aumentándolo.

Cada miembro debe presentar el primer borrador de su tarea al líder del equipo para realizar las primeras correcciones y obtener el documento final, que primero debe pasar por la aprobación del líder,

para luego ser remitido al Director, quien realiza las últimas sugerencias.

Cuando todas las partes del reporte final sean aprobadas por el Director, el líder del equipo debe agruparlas de manera coherente y ordenada en un solo documento para la revisión final.

Una vez aprobado el documento final el líder del equipo debe imprimir dos juegos del reporte: para el cliente y para archivos del CEI. En caso de que sea necesario imprimir otra copia, esta debe ser aprobada por el Director.

Finalmente el líder del equipo debe preparar la presentación de los resultados y acordar el día de entrega con el cliente. De esta manera el Director expone los resultados del análisis realizado y las recomendaciones, dando por terminado el servicio de Evaluación Industrial.



FIGURA 4.6 ANÁLISIS DE PR - 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DEL REPORTE FINAL

En la figura se analiza el proceso PR-001 de Realización del Reporte Final, se puede observar que se alimenta del resumen Energético elaborado en la etapa de recopilación de la información inicial del cliente y de la información estructurada, validada y confirmada y recomendaciones preliminares resultado de la Realización de la Auditoria.

Como resultado se obtienen las recomendaciones finales, el balance energético y la cuantificación de los beneficios esperados. Entregados al cliente en un reporte final ya definido y estructurado.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.1. De acuerdo al análisis realizado de la ejecución del servicio de asesoría, La Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) está en capacidad de ofrecer el servicio de Evaluaciones Industriales, ya que el personal que participó demostró tener los conocimientos básicos necesarios para realizar las tareas demandadas en el mismo.

5.1.2. Del trabajo realizado se puede colegir que la FIMCP no cuenta con los equipos e implementos necesarios para la prestación del servicio, ya que para ejecutar mediciones en el trabajo de campo se utilizaron instrumentos que no eran de propiedad de la ESPOL

5.1.3. En base a la encuesta realizada y a la prueba de campo del servicio preliminar se puede estimar que las empresas no poseen la información inicial que requiere este servicio, por lo que dentro del diseño se contempló un tiempo adicional para levantar la misma.

5.1.4. De acuerdo a la prueba de campo del servicio se encontró que las recomendaciones con mayor oportunidad de ahorro para la empresa están relacionadas a la mejora de procesos, representando el 76% del ahorro propuesto. Si se presume que la mayor parte de las empresas se encuentran en estas condiciones, dicha área debería ser el principal componente del servicio.

5.1.5. De acuerdo a las encuestas realizadas a una pequeña muestra de las industrias de Guayaquil se encontró que más del 80% de ellas poseen un presupuesto destinado para la contratación de asesoría externa, lo que presenta una oportunidad para la contratación del servicio ofrecido por el CEI.

5.1.6. En el mercado de servicios de Guayaquil no existen empresas ó consultores privados que ofrezcan el tipo de servicio planteado por el CEI, con un enfoque integral de los sistemas energéticos y

productivos, abriendo de esta manera la posibilidad de contratación por prestar un servicio global.

5.1.7. La prueba de campo permitió diseñar los formularios adaptados a las necesidades del servicio para las empresas locales. Además se logró diseñar un modelo estándar para la realización del reporte de resultados del servicio.

5.1.8. La implantación del Centro de Asesoría Industrial, además de beneficiar a las industrias ecuatorianas mejorando su nivel competitivo, permitirá a los estudiantes participar en asesorías reales como parte de su formación.

5.2 Recomendaciones

5.2.1. Es recomendable la creación de un centro especializado para ofrecer el servicio de evaluación industrial que presente mejoras en el manejo energético y de procesos, debido a que es una necesidad imperiosa, como lo demuestra el estudio realizado.

5.2.2. Con el objetivo de ofrecer un servicio eficiente y ágil se debe tener presente la capacitación permanente del grupo de estudiantes que aspira a participar en el servicio.

5.2.3. El Centro de Evaluación Industrial, dentro del plan de promoción de los servicios debe incluir como prioritario la demostración de la influencia del consumo energético en los costos de producción, debiendo por lo tanto concientizar la necesidad de ahorro.

5.2.4. Los equipos utilizados para el desarrollo de las diferentes evaluaciones industriales, deberán estar perfectamente calibrados y en buen estado, para poder emitir conclusiones y recomendaciones reales, por lo que se recomienda la adquisición de los mismos.

5.2.5. Se recomienda el análisis permanente de los procesos y formatos propuestos para asegurar que el servicio mejore de manera continua y que se satisfagan los requerimientos del cliente.

APÉNDICE A

MAYORES CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

	KWH/mes	%	CANTIDAD	%
Industrias Manufactureras	51.600.219	59,1	155	31,0
Servicio	8.520.819	9,8	65	13,0
Comercio, restaurantes y hoteles	7.051.747	8,1	67	13,4
No Identificadas	6.359.901	7,3	90	18,0
Servicios Comunes, sociales y personales	4.044.120	4,6	21	4,2
Empresas Públicas	2.900.751	3,3	36	7,2
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	2.858.053	3,3	28	5,6
Educación	1.431.273	1,6	11	2,2
Transporte, almacenamiento y comunicación	1.372.271	1,6	16	3,2
Construcción	777.430	0,9	7	1,4
Electricidad, gas y agua	205.450	0,2	2	0,4
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	138.138	0,2	2	0,4
TOTAL	87.260.172	100	500	100

APÉNDICE B

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO DE INDUSTRIA

MANUFACTURERA

	KWH/mes	%	CANTIDAD	%
31. Productos alimenticios, bebidas y tabaco	17.215.377	33,4	55	35,5
36. Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	14.013.168	27,2	9	5,8
35. Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	9.270.626	18,0	49	31,6
37. Industrias metálicas básicas	5.731.438	11,1	4	2,6
38. Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	1.805.108	3,5	13	8,4
34. Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	1.705.632	3,3	11	7,1
32. Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	1.467.404	2,8	8	5,2
33. Industria de la madera y productos de la madera, incluido muebles	391.466	0,8	6	3,9
TOTAL	51.600.219	100	155	100

APÉNDICE C

INDUSTRIAS CON CONSUMO SUPERIOR A 500.000 Kwh AL MES

	CONSUMO MAYOR A 500,000 Kwh/mes			
	KWH/mes	%	CANTIDAD	%
Industrias manufactureras	28.935.425	85%	16	70%
Servicios comunales, sociales y personales	2.438.988	7%	4	17%
Transporte, almacenamiento y comunicación	1.440.600	4%	1	4%
Comercio al por mayor y por menor, restaurantes y hoteles	1.214.850	4%	2	9%
Total	34.029.863	100%	23	100%

APÉNDICE D

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON UN CONSUMO MAYOR A 500.000

Kwh AL MES

		CONSUMO MAYOR A 500,000 Kwh/mes			
Industrias Manufactureras		KWH/mes	%	CANTIDAD	%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	13.123.341	45%	1	7%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	8.792.280	30%	10	71%
37	Industrias metálicas básicas	5.561.850	19%	2	14%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.457.954	5%	1	7%
Total		28.935.425	100%	14	100%



APÉNDICE E

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh AL MES

INDUSTRIAS	KWH/mes	%	CANTIDAD	%
Industria Manufacturera	18.453.758	53%	76	45%
Servicio	3.433.229	10%	18	11%
Comercio al por mayor y por menor, restaurantes y hoteles	3.237.295	9%	21	12%
Servicios comunales, sociales y personales	2.284.450	7%	10	6%
No identificadas	2.060.855	6%	17	10%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	1.623.300	5%	6	4%
Empresas Públicas	1.446.508	4%	11	6%
Centros de Estudio	1.094.493	3%	4	2%
Transporte, almacenamiento y comunicación	593.071	2%	3	2%
Construcción	569.894	2%	3	2%
Electricidad, gas y agua	143.150	0,4%	1	1%
Total	34.940.003	100%	170	100%

APÉNDICE F

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Kwh Y 500.000 Kwh AL MES

CONSUMO ENTRE 100,000 Y 500,000 Kwh/mes					
Industrias Manufactureras		KWH/mes	%	CANTIDAD	%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	7.175.492	39%	26	34%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	6.472.024	35%	28	37%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	1.473.405	8%	7	9%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	1398950	8%	7	9%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	1.320.900	7%	5	7%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	612.987	3%	3	4%
Total		18.453.758	100%	76	100%

APÉNDICE G

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Kwh Y 100.000 Kwh AL MES

	KWH/mes	%	CANTIDAD	%
Industrias Manufactureras	3.455.541	26%	49	25%
No identificadas	3.002.543	22%	43	22%
Comercio al por mayor y por menor, restaurantes y hoteles	1.804.410	13%	25	13%
Servicio	1.506.367	11%	25	13%
Empresas Públicas	1.106.816	8%	17	9%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y sevcios prestados a las empresas	765.819	6%	11	6%
Transporte, almacenamiento y comunicación	607.028	5%	9	5%
Servicios comunales, sociales y personales	596.083	4%	7	4%
Centro de Estudio	172.550	1%	3	2%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	91.289	1%	1	1%
Construcción	280.404	2%	5	3%
Electricidad, gas y agua	62.300	0%	1	1%
Total	13.451.150	100%	195	100%

APÉNDICE H

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Kwh Y
100.000 Kwh AL MES

CONSUMO ENTRE 50,000 Y 100,000 Kwh/mes					
Industrias Manufactureras		KWH/mes	%	CANTIDAD	%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.214.496	35%	17	35%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.078.092	31%	15	31%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	323.400	9%	4	8%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	190.390	6%	3	6%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	188.904	5%	3	6%
33	Industria de la madera y productos de la madera, incluido muebles	182.939	5%	3	6%
37	Industrias metálicas básicas	169.588	5%	2	4%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	107.732	3%	2	4%
Total		3.455.541	100%	49	100%

APÉNDICE I

CONSUMO DE GLP POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

INDUSTRIA MANUFACTURERA		Consumo Kg/año	%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	2.748.000	42%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	2.502.000	39%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.225.000	19%
Total		6.475.000	100%

APÉNDICE J

INDUSTRIAS CON CONSUMO MAYOR A 500.000 Kg de GLP AL AÑO

CONSUMO GLP MAYOR A 500,000 Kg/año					
		Kg/año	%	CANTIDAD	%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	2.502.000	63%	2	67%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	1.440.000	37%	1	33%
Total		3.942.000	100%	3	100%

APÉNDICE K

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 KG Y 500.000 KG DE GLP AL

AÑO

CONSUMO GLP ENTRE 100,000 Y 500,000 Kg/año					
		Kg/año	%	CANTIDAD	%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	1.308.000	48%	4	44%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.225.000	45%	4	44%
Servicio	Servicio	180.000	7%	1	11%
Total		2.713.000	100%	9	100%



APÉNDICE L

CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA

CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA				
INDUSTRIAS	Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
Electricidad, gas y agua	26.932.333	41%	2	3%
Industrias manufactureras	24.285.117	37%	40	53%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	4.787.074	7%	16	21%
Transporte, almacenamiento y comunicación	3.791.218	6%	3	4%
Construcción	1.860.362	3%	3	4%
Entidad oficial	1.364.871	2%	5	7%
Servicios comunales, sociales y personales	1.084.234	2%	4	5%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	1.000.887	2%	2	3%
Total	65.106.096	100%	75	100%

APÉNDICE M

CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
31	Productos alimenticios bebidas y tabacos	19.200.631	79%	28	70%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	2.608.331	11%	3	8%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.080.898	4%	4	10%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	637.665	3%	1	3%
37	Industrias metálicas básicas	371.368	2%	1	3%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	308.543	1%	2	5%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	77.681	0,3%	1	3%
Total		24.285.117	100%	40	100%

APÉNDICE N

INDUSTRIAS CON UN CONSUMO SUPERIOR A 500.000 GAL DE DIESEL AL
AÑO

CONSUMO DE DIESEL SUPERIOR A 500,000 GL ANUALES				
	Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
Electricidad, gas y agua	26.932.333	49%	2	11%
Industrias manufactureras	17.267.062	32%	8	42%
Transporte, almacenamiento y comunicación	3460600	6%	1	5%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	2.920.783	5%	3	16%
Construcción	1.784.408	3%	2	11%
Entidad oficial	746.499	1%	1	5%
Servicios comunales, sociales y personales	674.000	1%	1	5%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	661.388	1%	1	5%
Total	54.447.073	100%	19	100%

APÉNDICE O



INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO SUPERIOR A 500.00

GAL DE DIESEL AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL MAYOR A 500,000 GL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	14.167.447	82%	5	63%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	2.461.950	14%	2	25%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	637.665	4%	1	13%
Total		17.267.062	100%	8	100%

APÉNDICE P

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Y 500.000 GAL DE DIESEL AL AÑO

CONSUMO DIESEL ENTRE 500,000 Y 100,000 GL				
	Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
Industria manufacturera	6.436.350	68%	24	62%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	1.510.033	16%	8	21%
Entidad oficial	559.355	6%	3	8%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	339.499	4%	1	3%
Transporte, almacenamiento y comunicación	330.618	4%	2	5%
Servicios comunales, sociales y personales	269.998	3%	1	3%
Total	9.445.853	100%	39	100%

APÉNDICE Q

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 100.000 Y 500.000 GAL DE DIESEL AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL ENTRE 100,000 Y 500,000 GAL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	4.529.160	70%	16	67%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.080.898	17%	4	17%
37	Industrias metálicas básicas	371.368	6%	1	4%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	308.543	5%	2	8%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	146.381	2%	1	4%
Total		6.436.350	100%	24	100%



APÉNDICE R

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Y 100.000 GAL DE DIESEL AL AÑO

CONSUMO DIESEL ENTRE 50,000 Y 100,000 GAL				
	Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
Industrias manufactureras	581.705	48%	8	47%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	356.258	29%	5	29%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	140.236	12%	2	12%
Construcción	75.954	6%	1	6%
Entidad oficial	59.017	5%	1	6%
Total	1.213.170	100%	17	100%



APÉNDICE S

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 50.000 Y
100.000 GAL DE DIESEL AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE DIESEL ENTRE 50,000 Y 100,000 GAL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Diesel Gl/año	%	Cantidad	%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	504.024	87%	7	88%
38	Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo. Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p.	77.681	13%	1	13%
Total		581.705	100%	8	100%

APÉNDICE T

CONSUMO DE FUEL POR TIPO DE INDUSTRIA

	Fuel Gal/año	%	Cantidad	%
Industrias manufactureras	39.553.940	80%	34	92%
Electricidad, gas y agua	8.805.160	18%	1	3%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	593.000	1,2%	1	3%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	487.000	1%	1	3%
TOTAL	49.439.100	100%	37	100%

APÉNDICE U

CONSUMO DE FUEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Diesel Gal/año	%	Cantidad	%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	18.506.440	47%	2	6%
31	Productos alimenticios bebidas y tabacos	11.077.000	28%	18	53%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	6.381.000	16%	5	15%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	2.924.500	7%	7	21%
37	Industrias metálicas básicas	410.000	1,0%	1	3%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	255.000	0,6%	1	3%
TOTAL		39.553.940	100%	34	100%

APÉNDICE V

INDUSTRIAS CON CONSUMO MAYOR A UN 1'000.000 GALONES DE FUEL
AL AÑO

CONSUMO DE FUEL MAYOR A 1'000,000 GAL				
	Fuel Gal/año	%	Cantidad	%
Industrias manufactureras	33.317.440	79%	10	91%
Electricidad, gas y agua	8.805.160	21%	1	9%
Total	42.122.600	100%	11	100%



APÉNDICE W

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO MAYOR A UN 1'000.000 GALONES DE FUEL AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE FUEL MAYOR A 1'000,000 GL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Fuel Gal/año	%	Cantidad	%
36	Fabricación de productos minerales no metálicos, exceptuando los derivados del petróleo y del carbón	18.506.440	56%	2	20%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	7.893.000	24%	5	50%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	5.870.000	18%	2	20%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.048.000	3%	1	10%
Total		33.317.440	100%	10	100%

APÉNDICE X

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 250.000 Y 1'000.000 GALONES DE FUEL AL AÑO

CONSUMO DE FUEL ENTRE 250,000 Y 1'000,000 GAL				
	Fuel Gal/año	%	Cantidad	%
Industrias manufactureras	3.735.500	78%	9	82%
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	593000	12%	1	9%
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	487.000	10%	1	9%
Total	4.815.500	100%	11	100%

APÉNDICE Y

INDUSTRIAS MANUFACTURERAS CON CONSUMO ENTRE 250.000 Y
1'000.000 GALONES DE FUEL AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE FUEL ENTRE 250,000 Y 1'000,000 GL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		FUEL Gal/año	%	Cantidad	%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	1.596.500	43%	4	44%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.474.000	39%	3	33%
37	Industrias metálicas básicas	410000	11%	1	11%
32	Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	255.000	7%	1	11%
Total		3.735.500	100%	9	100%

APÉNDICE Z

INDUSTRIAS CON CONSUMO ENTRE 80.000 Y 250.000 GALONES DE FUEL
AL AÑO

CONSUMO INDUSTRIAL DE FUEL ENTRE 80,000 Y 250,000 GAL					
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		Fuel Gal/año	%	Cantidad	%
31	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.710.000	68%	10	67%
34	Fabricación de papel y productos; imprentas y editoriales	511.000	20%	3	20%
35	Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico	280.000	11%	2	13%
Total		2.501.000	100%	15	100%

APÉNDICE AA

ENCUESTA PARA EVALUAR LA ACEPTACIÓN DEL SERVICIO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL CENTRO DE EVALUACIÓN INDUSTRIAL EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

El objetivo de esta encuesta es determinar las necesidades el sector industrial para el diseño del servicio de evaluaciones industriales con el fin de realizar recomendaciones orientadas al ahorro energético y mejoramiento de métodos de trabajo.

1. CIU : _____
2. Porcentaje que representa el costo total de consumo de energía respecto al costo total de producción: _____ %
3. Principales productos (hasta cuatro): _____
4. Mercado objetivo: _____
_____ Nacional _____ Extranjero
5. Número de empleados: _____
_____ Administrativos _____ Planta
6. Año de establecimiento de la planta: _____
7. En la siguiente escala señale el porcentaje de automatización de su planta:



8. Señale el número de turnos que trabaja su planta al día:
_____ 1 turno/día _____ 2 turnos/día _____ 3 turnos/día _____ otros: _____ turnos/día
9. Señale el número de horas que trabaja por turno:
_____ 8 horas _____ 10 horas _____ 12 horas _____ otros: _____ horas
10. Llene el siguiente cuadro con información de los principales equipos de su planta:

En la primera columna el tipo de equipo, en la segunda columna la cantidad de equipos que posee en su planta y en la siguientes columnas el porcentaje de equipos respecto al total especificado en la columna dos, distribuidos por tiempo de servicio.

Equipo	Cantidad	Tiempo de servicio (años)		
		0 - 4 años	5 - 9 años	Más de 10 años
Motores eléctricos				
Motores de combustión interna				
Homos eléctricos				
Homos de combustión interna				
Calderos				
Resistencias Térmicas				

11. Indique el porcentaje de utilización de los siguientes tipos de energía:
Eléctrica _____ % Fuel _____ % Solar _____ %
Gas _____ % Gasolina _____ % Otros: _____ %
Diesel _____ % Carbón _____ %
 12. ¿Tiene instalados bancos de capacitores en su planta?
SI _____ Año de instalación: _____ NO _____
 13. ¿Cuenta con personal encargado del manejo de energía en su planta?
SI _____ NO _____
 14. ¿Posee medidas de mejora de métodos de trabajo?
SI _____ NO _____
 15. ¿Cuál es el monto aproximado de inversión anual en servicios externos para asesoría en el área de producción (capacitación, mejora de procesos, racionalización de recursos, etc)?
_____ Cero _____ Menos de \$5,000 _____ \$5,000 - \$20,000 _____ Más de \$ 20,000
- En caso de que haber marcado "Cero":
16. ¿Estaría interesado en recibir un servicio para la optimización de los procesos y ahorro de energía?
SI _____ NO _____
Muchas gracias.....

APÉNDICE AC

FORMATOS DEL DISEÑO PRELIMINAR DEL SERVICIO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FORMULARIO DE INFORMACION INICIAL DE LA EMPRESA

FII - 001

Nombre de la empresa: _____	Año de establecimiento: _____
Actividad: _____	CIU: _____
Dirección: _____	
Teléfono: _____	Fax: _____
Contraparte de la empresa: _____	
Cargo: _____	E-mail: _____

Número de empleados							
Oficinas	Bodega	Planta	Otro				

Costo promedio de mano de obra			
Calificada	\$/hora	No calificada	\$/hora

Productos	Producción anual

	Oficina	Planta	Bodega	Otros
Número de turnos de trabajo al día				
Horas de trabajo por turno				
Días de trabajo por semana				
Semanas de trabajo por año				

Tipos de Energía	Porcentaje de utilización

Señale los tipos de fuentes de energía que consume, el porcentaje de utilización y adjunte las planillas de los últimos doce meses

Enliste los principales equipos de su planta (ej. Motores eléctricos, motores de combustión interna, hornos eléctricos, calderos, etc.)

Equipo	Cantidad	Tiempo promedio de servicio (años)

Por favor adjunte:

- ▶ Lista de equipos con especificaciones de los mismos
- ▶ Layout de sus instalaciones

☐ SI ☐ NO

¿Cuenta con personal encargado del manejo de la energía en su planta?

☐ ☐
☐ ☐

¿Posee medidas de uso racional de la energía en su planta?

Si su respuesta es si, por favor nombre las principales: _____

¿Posee medidas de mejora de métodos de producción en su planta?

☐ ☐

Si su respuesta es si, por favor nombre las principales: _____

Espacio para ser llenado por el CEI	
Director de Auditoría: _____	Fecha de envío del formulario: _____
Líder de Equipo: _____	Fecha de recepción de formulario: _____
Fecha de la auditoría: _____	Observaciones: _____

FORMULARIO DE INFORMACION INICIAL DE LA EMPRESA

FII - 001

PROCESO PRODUCTIVO

A continuación explique brevemente el proceso productivo de su planta, describiendo los materiales de entrada, las actividades, los productos de salida y los desperdicios generados y como se dispone de ellos (costo). En caso de existir reciclaje de materiales, indíquelo.

Entrada (materiales)	Actividad	Salida	Desperdicios	Manejo de desperdicios

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

FII - 002

CLIENTE: #iREF! Director de Auditoria: Profesor dirigente Líder de Equipo: Nombre del líder del equipo Equipo Auditor	AUDITORIA #: Fecha de la auditoria: Número de auditoria Hora de la Auditoria: Fecha acordada Hora de Partida:
---	---

MIEMBROS DEL EQUIPO	ÁREA ASIGNADA	RESPONSABILIDADES
Nombre	Ej., motores, luces	Equipos o actividades asignadas

Nombre de la empresa: #iREF!	Año de establecimiento: #iREF!	CIU: #iREF!
Actividad: #iREF!		
Dirección: #iREF!	Fax: #iREF!	
Teléfono: #iREF!		
Contraparte de la empre: #iREF!	E-mail: #iREF!	
Cargo: #iREF!		

Principales productos
#iREF!
#iREF!
#iREF!
#iREF!

Tipos de Energía	Consumo anual
#iREF!	\$
#iREF!	\$
#iREF!	\$
#iREF!	\$

Número de empleados	
Planta	#iREF!
Bodega	#iREF!
Oficinas	#iREF!
#iREF!	#iREF!

	Oficina	Planta	Bodega	Otros
Número de turnos de trabajo al día	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Horas de trabajo por turno	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Días de trabajo por semana	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Semanas de trabajo por año	#iREF!	#iREF!	#iREF!	#iREF!

Principales Equipos	Tiempo promedio de servicio (años)
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!
#iREF!	#iREF!

Medidas de uso racional de energía implantadas
Medidas de mejora de métodos de producción

RECOMENDACIONES

SEGURIDAD

Usar casco de protección
 Llevar zapatos de cerrados
 Usar tapones para los oídos

AUDITORIA

Tomar notas legibles
 Apuntar posibles recomendaciones
 Hablar con el personal de planta

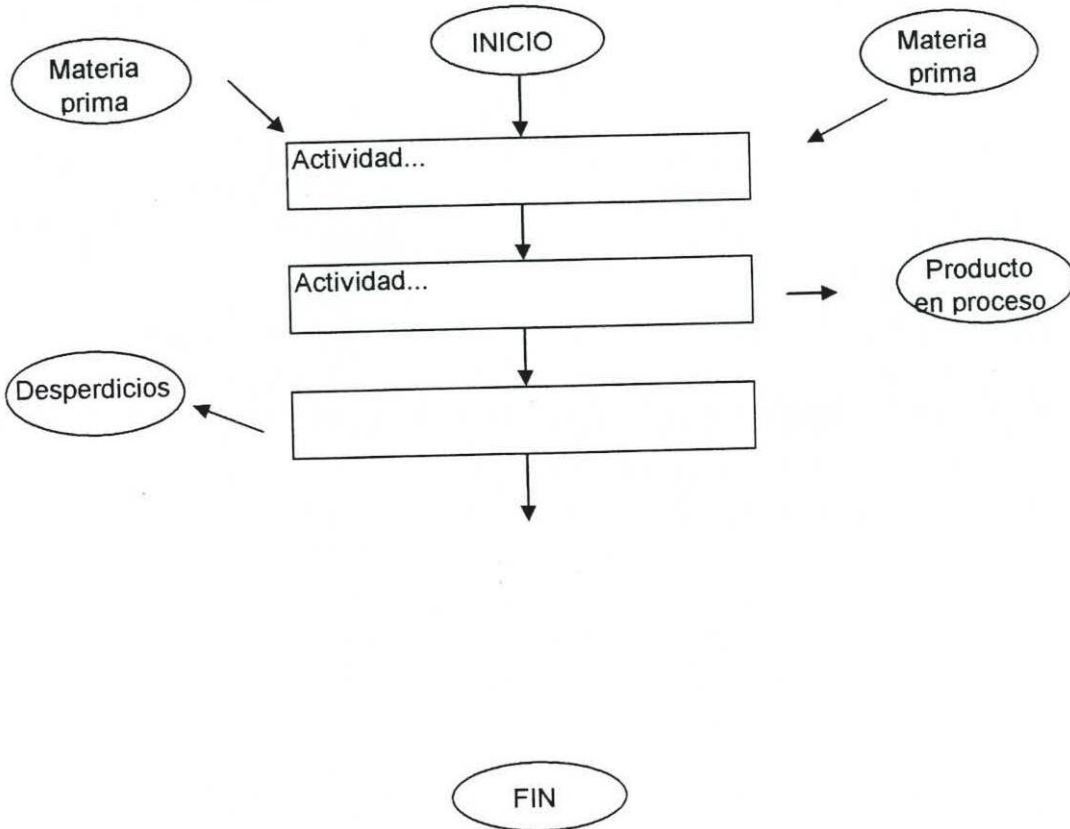
Añadir o quitar recomendaciones según el caso

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

FII - 002

PROCESO PRODUCTIVO

Mediante un diagrama de flujo explique brevemente el proceso productivo de la planta a ser auditada, detallando las entradas (materia prima) y salidas (productos en proceso, desperdicios y producto final) y si hay reciclaje de materiales, indíquelos también.



CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

HOJA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y SUMINISTROS PARA LA AUDITORIA

FA - 001

Fecha: _____

Nombre de la empresa: _____

Auditoria #: _____

Contraparte: _____

Líder de Equipo: _____

EQUIPOS DE SEGURIDAD	
Cascos	
Lentes	
Orejeras	
Zapatos aislantes	
Guantes (en caso de ser necesarios)	
Mandil (en caso de ser necesario)	

EQUIPO PARA LA AUDITORIA	
Linterna	
Flexómetro	
Medidor de intensidad luminosa	
Termómetro de vidrio	
Termómetro de electrónico	
Cámara infrarroja	
Analizadores de gas	
Medidor de flujo	
Manómetro	
Multímetro	
Indicador de continuidad	
Check list para la auditoria	
Check list de recomendaciones	
Tableros	
Hojas blancas	
Plumas	
Laptop	
Información inicial del cliente	
Solicitud de Camioneta	
Dirección del cliente (con indicaciones)	

OBSERVACIONES:

Sistemas de Acondicionamiento de Aire

FA-002

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Fecha _____
Responsable _____

Compresores

FA-003

ón		Horas de utilización por día	
o		Tipo de Mantenimiento	
		Frecuencia de Mantenimiento	
		Fecha del último mantenimiento	
cia		Dimensiones del tanque	
o de		Observaciones _____	
max			
dad			
da			
de			
ga			

FA-003

ción		Horas de utilización por día	
elo		Tipo de Mantenimiento	
		Frecuencia de Mantenimiento	
		Fecha del último mantenimiento	
p		Dimensiones del Tanque	
ncia		Observaciones _____	
o de			
la			
max			
m			
idad			
zada			
or de			
ga			

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Empresa _____
Evaluación # _____

Fecha _____
Responsable _____

Calderos

FA-004

Ubicación		Horas de utilización por día	
Tipo (piro/acuo)		Combustible	
Capacidad		Demanda de vapor	
Eficiencia		Porcentaje de Saturación del vapor	
Vapor por Hora		Temp. Ambiente	
Diámetro de salida del vapor		Tipo de Mantenimiento	
Tiempo de vida		mantenimiento (fecha último mant)	
Observaciones			

FA-004

Ubicación		Horas de utilización por día	
Tipo (piro/acuo)		Combustible	
Capacidad		Demanda de vapor	
Eficiencia		Porcentaje de Saturación del vapor	
Vapor por Hora		Temp. Ambiente	
Diámetro de salida del vapor		Tipo de Mantenimiento	
Tiempo de vida		mantenimiento (fecha último mant)	
Observaciones			

____/____

Motores

FA-005

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Fecha _____
 Responsable _____

FA-006

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FA-007

[illegible]

CENTRO DE EVALUACIONES INDUSTRIALES
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CHECK LIST DE RECOMENDACIONES
FA - 008

Empresa _____
Lider del Equipo _____

Evaluación #: _____
Fecha: _____

RECOMENDACIONES		
ENERGIA		
1	Instalar lámparas de menor consumo de energía	
2	Apagar las luces exteriores durante el día	
3	Instalar sensores de movimiento	
4	Instalar reflectores en sus lámparas	
5	Instalar reflectores más eficientes en sus lámparas	
6	Utilizar lámparas low/high	
7	Disminuir la altura de las lámparas	
8	Cambiar las bandas de los motores a bandas corrugadas	
9	Adquirir motores más eficientes	
10	Arreglar fugas de los compresores de aire	
11	No utilizar el compresor de aire innecesariamente	
12	Utilizar el nivel de presión necesario	
13	Limpiar los filtros del acondicionador de aire	
14	Aislar calderos	
15	Aislar hornos	
16	Aislar tuberías	
17	Registrarse como gran consumidor	
18	Apagar los equipos cuando no los utiliza	
19	No prender todos los equipos al mismo tiempo	
20	Eliminar horas pico de consumo	
21	Instalar bancos de capacitores para disminuir factor de carga	
PRODUCCIÓN		
22	Precalentar materiales	
23	Reutilizar el calor de hornos o chimeneas	
24	Precalentar combustibles	
25	Realizar mantenimiento preventivo a los equipos	
26	Reubicar los equipos	
27	Reubicar personas	
28	Reubicar material	
DESECHOS		
29	Reciclar sus desperdicios	
30	Instalar un compactador de desperdicios	

OBSERVACIONES:

ASIGNACIÓN DE TAREAS

FR-001

**Empresa
Líder del Equipo**

[illegible]

FR-002

LAMPARAS

TOTAL LÁMPARAS

TOTAL MOTORES

TOTAL HORNOS

TOTAL A/C:

TOTAL COMPOSORES	
------------------	--

TOTAL OTROS	
-------------	--

