

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

¹ Cinthia Cristina Pérez Sigüenza, ²Ing. Francisco Andrade Sánchez.

¹ Egresada Ingeniería y Administración de la Producción Industrial, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2003.

² Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1979. Maestría en Ingeniería Mecánica, Rensselaer Polytechnic Institute-USA, 1985. Profesor de la ESPOL desde 1980.

Cinthia Pérez S.

Ing. Francisco Andrade S.
Director de Tesis

RESUMEN

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 presente oportunidades de ahorro de energía y mejoras en la producción.

Como primer paso se realizó un diagnóstico de la situación industrial obteniendo el perfil de consumo energético por tipo de industria y una evaluación de las necesidades del cliente. Adicionalmente se realizó un análisis de los servicios relacionados al manejo energético y mejora de procesos productivos.

En base a la información obtenida se realizó el diseño preliminar del servicio, determinando los requerimientos mínimos para su operación, para luego realizar una prueba de campo y evaluar la efectividad del servicio diseñado.

Como resultado se obtuvo el diseño final del servicio, formalizando los procesos de preparación para las evaluaciones, de recolección de información y el reporte final, con el fin de crear un proceso estructurado y estandarizado para las futuras evaluaciones.

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 obsoletos y procesos ineficientes, generando un gasto operativo elevado.

Por esta razón la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) propone la creación del Centro de Evaluación Industrial (CEI) que tiene como objetivo presentar recomendaciones de mejora de manejo energético y de procesos, impactando directamente en los costos y mejorando su nivel competitivo, para lo cual recibirá asesoría del Industrial Assessment Center (IAC UF), de la Universidad de Florida, con objetivos similares a los planteados por el CEI.

Por lo tanto se plantea como objetivo de este estudio realizar el diseño del servicio de Evaluaciones Industriales que ofrecerá el centro mediante la determinación de los requerimientos mínimos necesarios para su operación y el análisis de una muestra del sector industrial con el fin de determinar la viabilidad técnica de implantar el CEI en la ESPOL.

CONTENIDO

El estudio se 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, 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 Oil 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 subclasificación 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

La siguiente figura muestra la distribución del consumo de energía eléctrica por tipo de Industria Manufacturera:

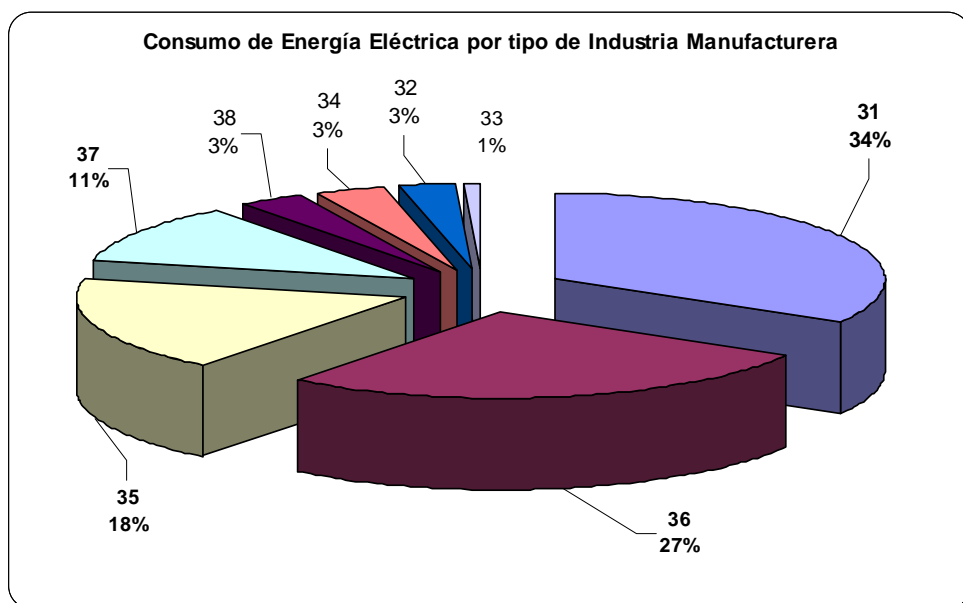


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

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 debe 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 debido a 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.

La siguiente figura muestra la distribución del consumo de diesel por tipo de industria manufacturera.

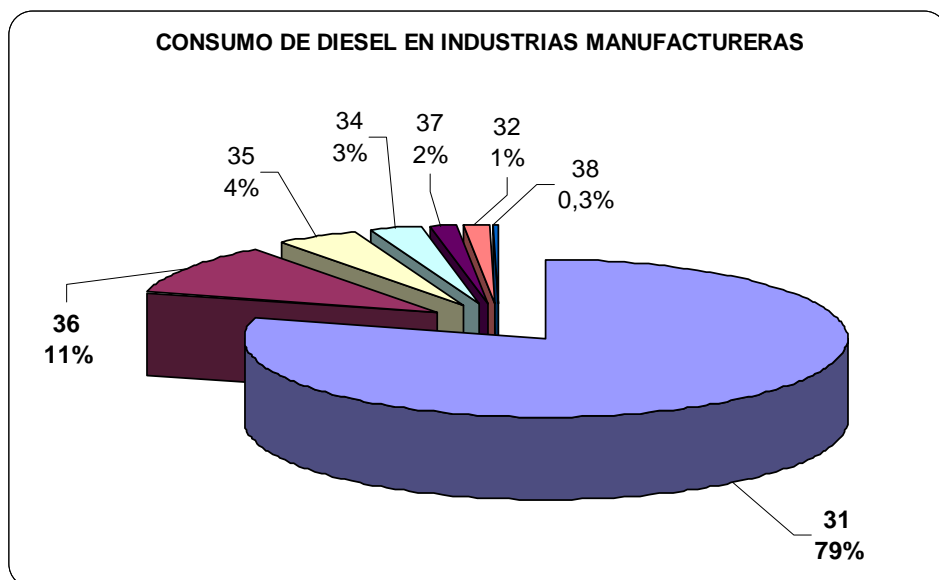


FIGURA 2. CONSUMO DE DIESEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

De igual manera para un estudio más detallado 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 CIU 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 CIU 36 con consumos superiores a los 500,000 gal/año, en tercer lugar las del CIU 35 con el 4% del total, con un nivel de consumo medio.

La distribución del consumo de fuel se presenta en la siguiente figura

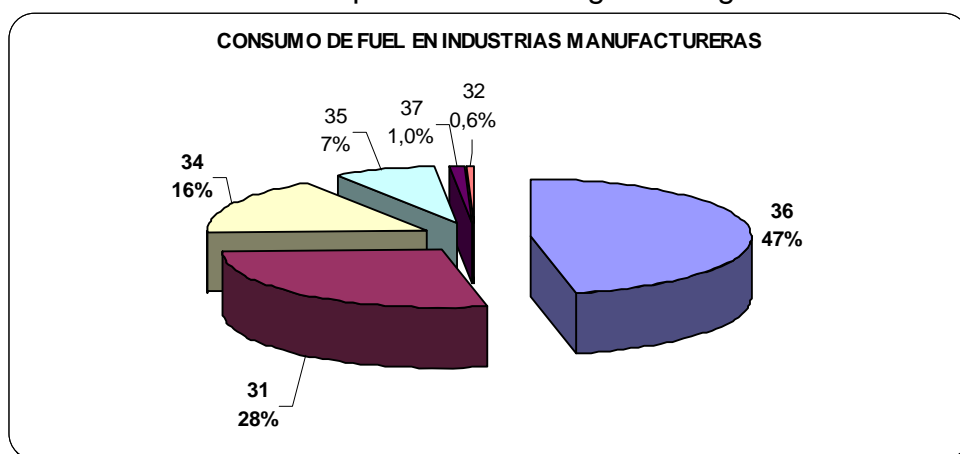


FIGURA 3. CONSUMO DE FUEL POR TIPO DE INDUSTRIA MANUFACTURERA

Para poder realizar un análisis más detallado se dividió a las industrias por nivel de consumo: 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 CIU 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 CIU 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.

Para el diseño preliminar del servicio se lo dividió 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 para el desarrollo de las auditorias, equipo de seguridad industrial y equipo de oficina.

En relación al personal necesario, el CEI 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 Eléctricos 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 38% del costo por consumo de energía.

Las recomendaciones presentadas fueron:

RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS	RECOMENDACIONES PRODUCTIVAS	RECOMENDACIONES NO CUANTIFICABLES
1. Redistribución del Sistema de Iluminación	1. Mejora en el Sistema de Ventilación	1. Implementación de un Sistema Efectivo de Administración de la Seguridad
2. Cambio de Bandas de motores	2. Disminución del ciclo de producción de galvanizado	2. Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM)
3. Aislamiento Caldero y Línea de vapor	3. Disminución en los tiempos de preparación de las cortadoras	3. Implementación de programa de Orden y Limpieza
4. Instalar aislamientos verticales en las aberturas de entrada y salida de materiales de la cámara de secado		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 **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE** el siguiente:

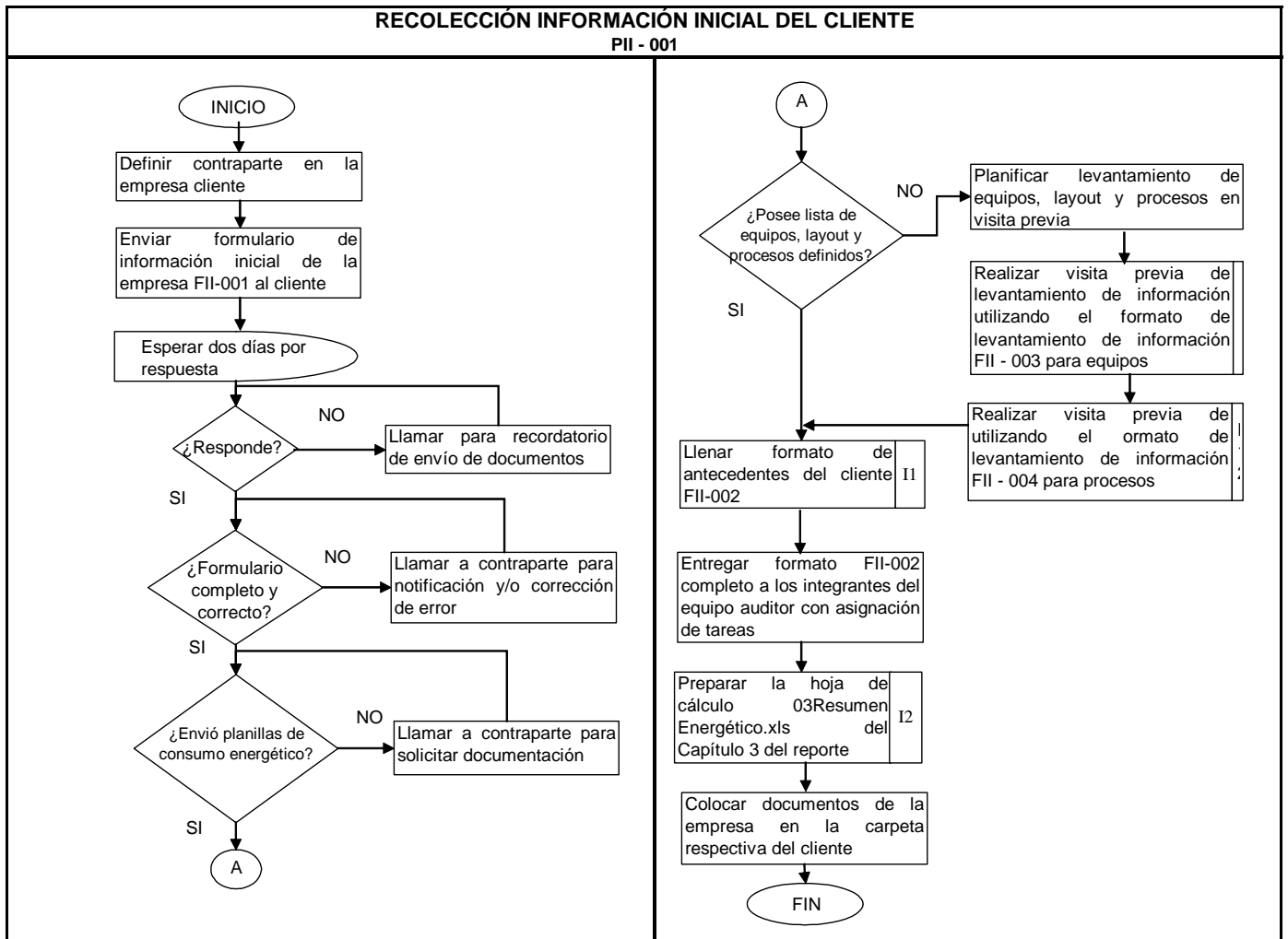


FIGURA 4. PII – 001 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN INICIAL DEL CLIENTE

Los formatos definitivos 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 auditoría. 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 auditoría. 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 auditoría. Hace referencia al Instructivo 012 (Apéndice AG).

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 una 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.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de proceso para PA – 001 **REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA.**

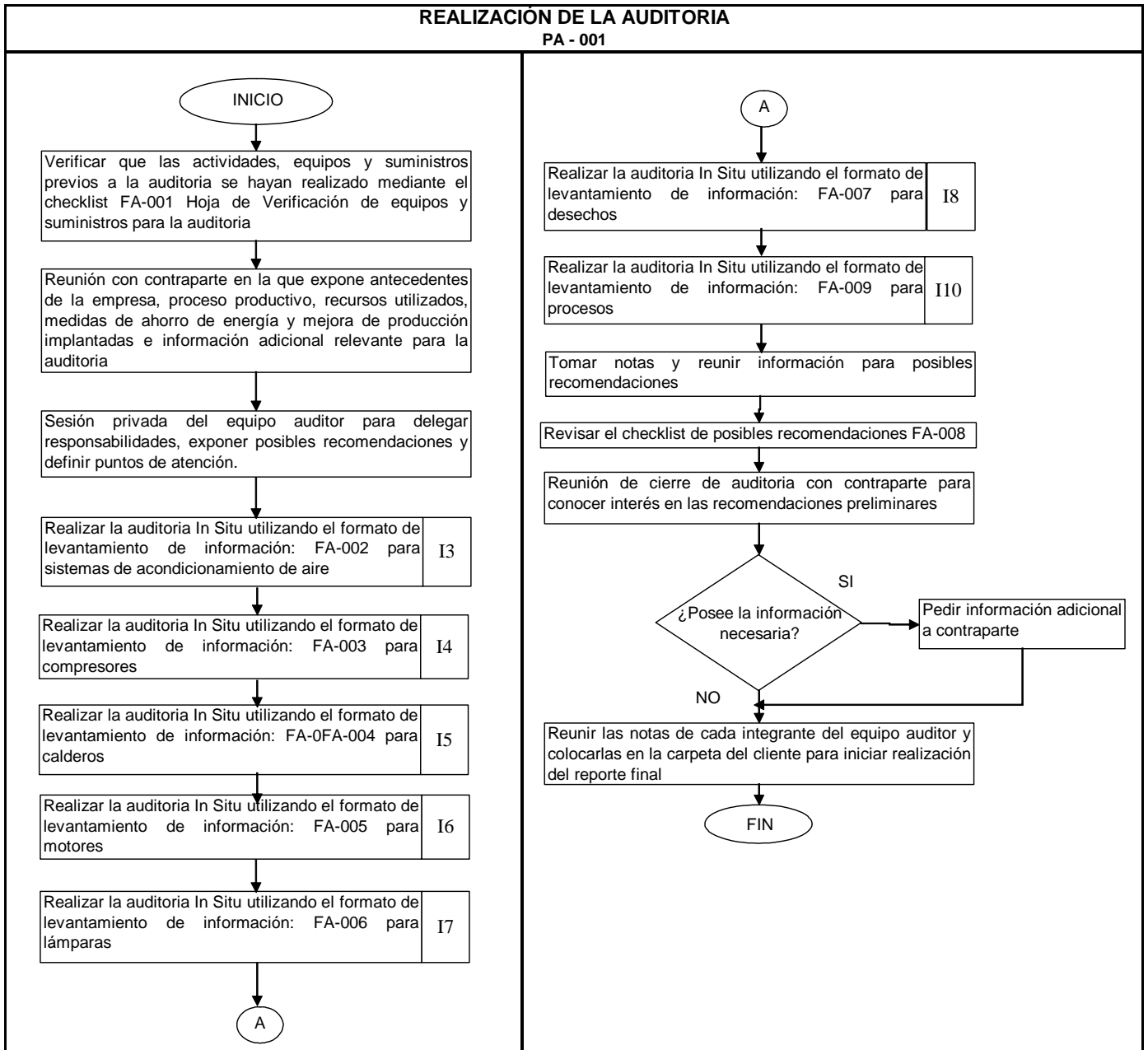
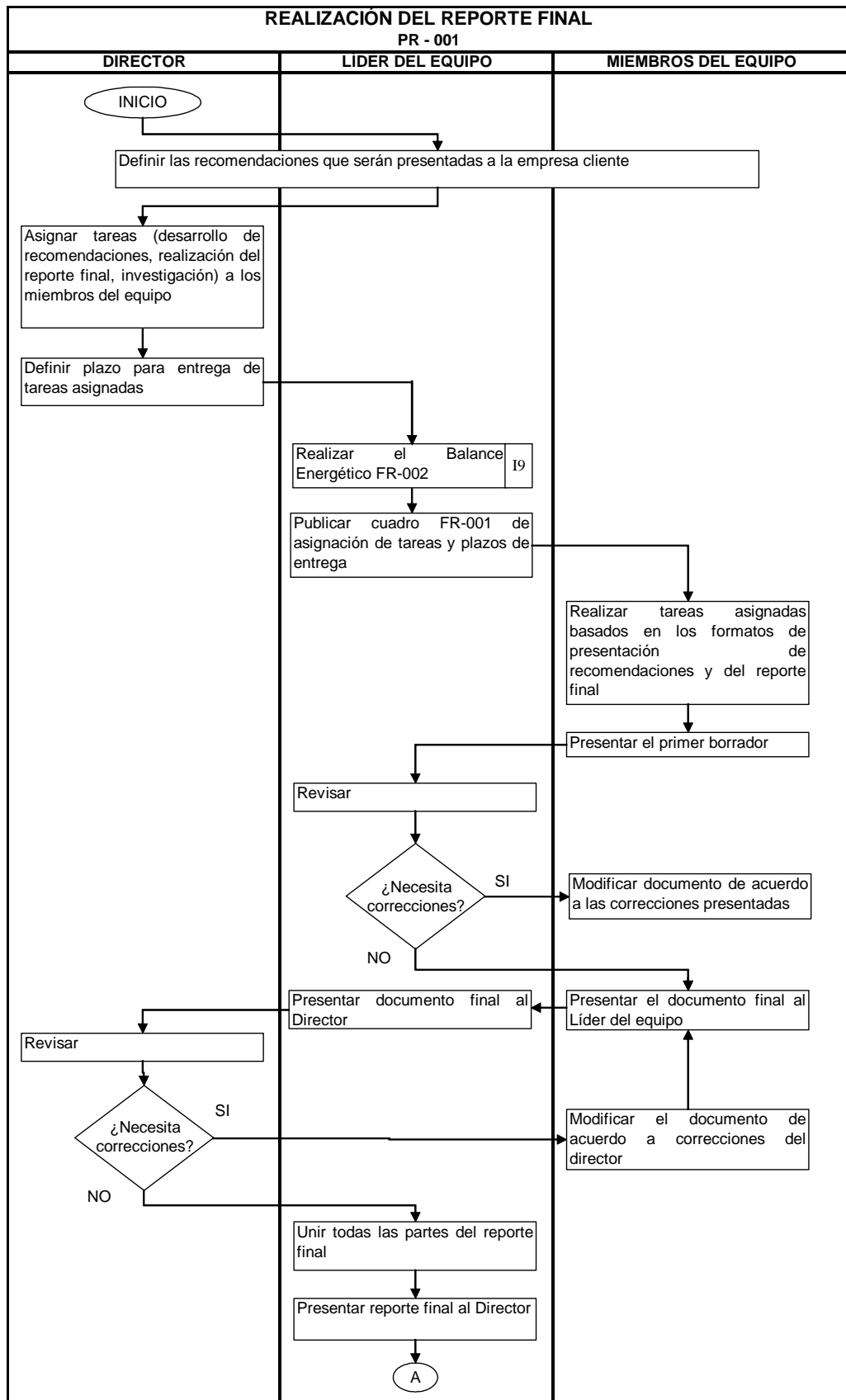


FIGURA 5. PA – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA

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.

Una vez obtenida la información necesaria se da inicio a la etapa de **REALIZACIÓN DEL REPORTE FINAL**



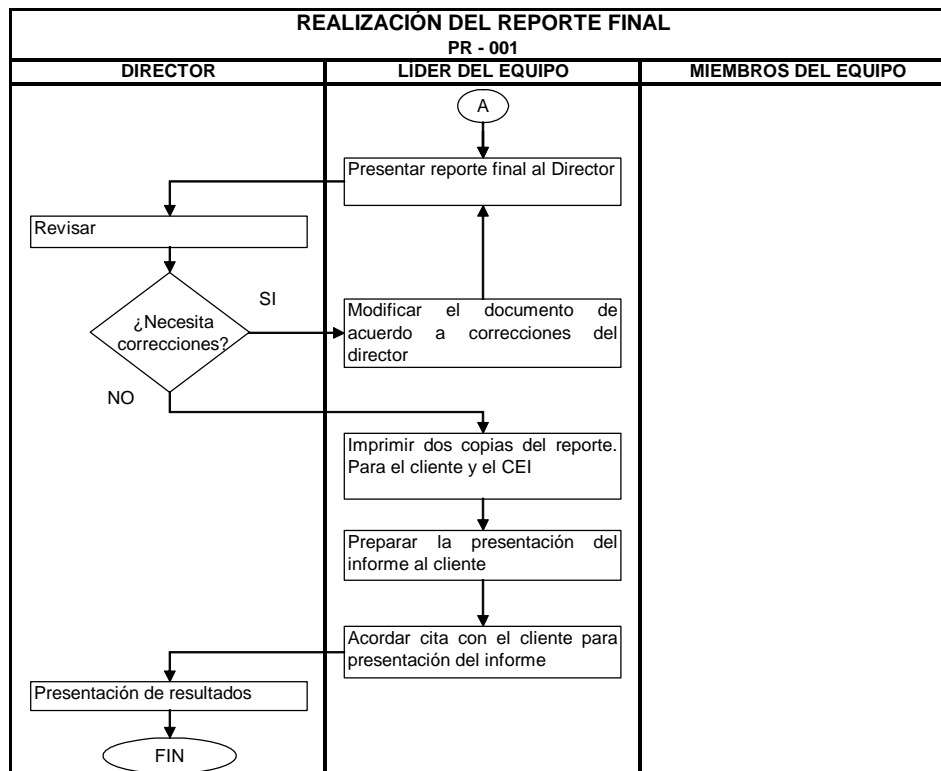


FIGURA 6. PR – 001 PROCESO DE REALIZACIÓN DEL REPORTE FINAL

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

CONCLUSIONES

Es recomendable la creación de un centro de asesoría 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. El centro debe estar en capacidad de manejar de manera integral los sistemas productivos y energéticos, por lo que el personal técnico que labore deberá ser entrenado para obtener resultados óptimos, contando además con la participación de estudiantes, los cuales tendrán la oportunidad de adquirir experiencia en trabajos de asesorías reales.

Las operaciones del CEI han sido estandarizadas y formalizadas en un manual de trabajo que permitirá la agilidad en el proceso de prestación del servicio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asesoría e información técnica otorgada por el Industrial Assessment Center (IAC UF), Universidad de Florida, Gainesville, FL-USA.
2. ASHRAE Fundamentals Handbook, 2001, pp 14.-14.33
3. Eficáctas Consultora, Curso de Entrenamiento en Auditorias Energéticas y Conservación de Energía, Marzo 1999.
4. HODSON W, Manual del Ingeniero Industrial MAYNARD, 4ta Edición, Mac Graw Hill, Tomo 1,pp. 3.3-3.21
5. Información Técnica otorgada por Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (CATEG), Guayaquil-Ecuador
6. Información Técnica otorgada por Petrocomercial, Guayaquil - Ecuador
7. SAPAG N, Preparación y Evaluación de Proyectos, 4ta Edición, Mac Graw Hill, 2000, pp. 15-24, 53-80, 133-160
8. SARZOSA R, Seminario de Mantenimiento Productivo Total, 2003.
9. Cámara de Madrid, Manual de Auditorias, 1ra Edición, Madrid 2003, pp. 23-32