

Estrategia didáctica para la elaboración de diagnósticos energéticos

Didactic strategy for the development of energy diagnosis

David Alejandro Sifuentes Godoy
Universidad Tecnológica de Durango
david.sifuentes@utd.edu.mx

Estrella Yareli Martínez Arreola
Universidad Tecnológica de Durango
green.@hotmail.com

Giovanni Ari Berumen Ramírez
Universidad Tecnológica de Durango
giovanniari15595@gmail.com

Resumen

El presente documento describe el diseño e implementación de una estrategia didáctica para elaborar diagnósticos energéticos eléctricos. El proyecto surge debido a constantes cuestionamientos por parte de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Durango sobre los pasos seguir para realizar un diagnóstico energético, ¿qué observo?, ¿qué pregunto?, ¿qué mido?, ¿cómo paso de un diagnóstico a otro?, en fin, estos y otros cuestionamientos dejan en la incertidumbre al estudiante que realiza un proyecto energético. Para diseñar esta metodología se analizó la literatura existente sobre estudios energéticos, sistemas de gestión de la energía, normativa nacional e internacional y las 10 características de las estrategias didácticas de Frola & Velázquez (2011). La estructura de la metodología denominada DESMG consta de dos etapas, dos diagramas de flujo y 14 formatos, que son evidencia y respaldo del diagnóstico energético. La implementación se realizó por estudiantes del quinto cuatrimestre de la carrera de Energías Renovables en un sistema eléctrico comercial, tras la aplicación de la etapa 1 se obtuvieron 10 problemas mismos que dieron pie para la realización de la etapa 2 donde se midió por un periodo de 10 días, la información obtenida permitió declarar el problema a solventar mismo que se centraba en dos puntos relevantes: instalación eléctrica e iluminación. La metodología esclareció las actividades a realizar, generó certidumbre en el estudiante ya que sus propuestas estaban respaldadas por una serie de evidencias documentadas mismas que le servirían para la elaboración de su proyecto energético sustentable.

Palabras clave

Estrategia de enseñanza, diagnóstico.

Abstract

The following document describes the design and implementation of a didactic strategy to do an electrical energy diagnosis. The project surges due to constant students' inquiries of the Technological University of Durango regarding the steps to follow to make an electrical energy diagnosis, what do I look at? What do I ask? What do I measure? How do I move from one diagnosis to another? Lastly, these and other inquiries leave uncertainty in the student making an energy project. To design this methodology the existent literature about energy, energy management systems, national and international normative and the 10 didactic strategies of Frola and Velazquez (2011) were analyzed. The structure of the strategy called DESMG consists of two stages, two diagrams, and 14 formats, that are evidence and back up of energy diagnosis. The implementation was made by students of the 5th semester of the bachelors in renewable energy. After the application of stage 1, 10 similar problems were obtained that gave rise to the stage 2 which lasted 10 days. The information obtained allowed us to declare the problem to solve itself, which focused on two relevant points: electrical installation and lighting. The methodology clarified the activities to be carried out, generated certainty in the student since their proposals were supported by a series of documented evidence that would serve them for the elaboration of their sustainable energy project.

Keywords

Teaching strategy, diagnosis.

Introducción

Planteamiento del problema

Para la mayoría del sector productivo el ahorro de la energía en todas sus manifestaciones, es una meta de suma importancia dentro del desarrollo de la misma.

En Centro América la producción por unidad de energía (índice energético), es alto comparado contra los respectivos valores de los países industrializados, el mejorar estos índices depende del uso eficiente de la energía en los procesos de producción (FIDE, 2010).

Dentro de las diversas manifestaciones de la energía sin duda alguna la electricidad es de las más utilizadas, actualmente existen diversas estrategias y mecanismos para conseguir el tan preciado ahorro de energía eléctrica, tales como: la implementación de sistemas de generación de energía eléctrica distintos a los convencionales como la cogeneración proveniente de energía térmica residual del proceso mismo, la instalación de

sistemas de energía renovables aislados o interconectados a la red y en los últimos años los sistemas de gestión de la energía como el ISO 50001.

Sea cual sea la actividad que se desee implementar para tener un ahorro de energía es necesario identificar y caracterizar el estado actual del sistema eléctrico, esto se realiza a través de un diagnóstico energético (DE).

El DE es la parte medular de cualquier proyecto de ahorro y eficiencia energética (EE), ya que permitirá identificar áreas con y sin problemas, zonas de peligro o cierto riesgo y áreas de oportunidad para generar potenciales ahorros, así como determinar las mejoras en las instalaciones eléctricas y procesos.

La tipología de los DE se encuentra dividida de acuerdo al grado de complejidad y profundidad del análisis del sistema eléctrico, existen tres tipos de diagnósticos: el

diagnóstico energético de primer grado o nivel uno (DEN 1) que es básicamente una recolección preliminar de información a través de una inspección visual y/o entrevistas con los encargados de diversas áreas con la finalidad de identificar fuentes evidentes de algún posible mejoramiento en el uso de la energía; el diagnóstico energético de segundo grado o nivel dos (DEN 2) es continuación del DEN 1, en este diagnóstico se analizan a profundidad los flujos de energía a través de mediciones con equipo básico (multímetros, luxómetros, etc.) e implica la inversión de tiempo y dinero; y finalmente el diagnóstico energético de tercer grado o nivel tres (DEN 3) consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y el diseño de la instalación, mediante el uso de equipo especializado de medición y control, en estos diagnósticos, es común el uso de técnicas de simulación de procesos, se requiere mayor cantidad de tiempo para realizarlo (CONUEE, 2016).

Es claro que la secuencia a seguir para realizar un correcto estudio energético es iniciar con un diagnóstico tipo uno y de ser necesario continuar con el tipo dos y/o tres, pero, lo que no es del todo claro son los pasos a seguir dentro de cada uno de los diagnósticos, ¿qué observo y qué pregunto en el DEN 1?, dentro del DEN 2: ¿qué mido?, ¿dónde lo mido?, ¿cuánto tiempo lo mido?, así mismo surge otro cuestionamiento aún más complejo, ¿cómo determino el pasar de un diagnóstico a otro?, es decir, en base a qué determino si el proyecto de eficiencia energética está sólidamente sustentado con solo un DEN 1 o si es necesario realizar un DEN 2 o si se requiere invertir una cantidad mayor de tiempo y dinero en un DEN 3.

Si bien, la respuesta a cada uno de estos cuestionamientos puede depender de la pericia, experiencia, dominio de la normatividad y conocimientos sobre tópicos de energía de cada especialista, es necesario seguir un camino que facilite el tránsito hacia

la identificación de áreas de oportunidad de ahorro energético y económico.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una metodología para la elaboración de diagnósticos energéticos con énfasis en tópicos eléctricos.

Objetivos específicos

- Diseñar una metodología para la elaboración de diagnósticos energéticos con énfasis en tópicos eléctricos.
- Implementar la metodología para la elaboración de diagnósticos energéticos con énfasis en tópicos eléctricos en un sistema productivo.

Justificación

El modelo educativo basado en competencias (MEBC) es un modelo relativamente nuevo en México y es una realidad que poco a poco va creciendo su implementación en diversos niveles educativos. Las Universidades Tecnológicas (UT's) son uno de estos sistemas, tienen un poco más de cinco años con la implementación de este modelo educativo.

En la Universidad Tecnológica de Durango (UTD) como en todas las UT's se implementa el MEBC, debido a esto, cada especialidad prioriza la formación práctica sobre la teórica utilizando para esto diversas técnicas de didácticas como la basada en proyectos, la carrera de Técnico Superior Universitario en Energías Renovables área Calidad y Ahorro de energía ofertada en la UTD tiene como competencia específica: "Dirigir proyectos de ahorro y calidad de energía eléctrica, con base en un diagnóstico energético del sistema, para contribuir al desarrollo sustentable a través del uso racional y eficiente de la energía", misma que debe ser demostrada por el estudiante en el quinto cuatrimestre de su vida académica a través de la elaboración de un proyecto de

eficiencia energética eléctrica el cual debe estar sustentado en un DE, siendo esta una de las razones que brindan pertinencia al presente proyecto.

Así mismo en el sexto cuatrimestre el estudiante debe poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica en el sector productivo y para esto realiza una estadía por cuatro meses dentro de una empresa en la cual desarrollará nuevamente un proyecto relacionado con la competencia de su especialidad, en esta etapa el estudiante necesita reiteradamente de la implementación de un DE para obtener áreas de oportunidad para el ahorro de energía.

Antecedentes

Proyectos de EE, ahorro de energía, uso eficiente de la energía existen al por mayor y

la manera de realizarlos es igualmente basta, algunos de ellos no dejan en claro la forma en la que se determinó el área de oportunidad de ahorro y otros siguen una metodología determinada.

En el artículo denominado “Análisis de la eficiencia energética de la industria española y su potencial de ahorro” pretende conseguir dos objetivos, el primero de ellos es obtener las demandas condicionadas de los factores que participan en el proceso productivo de las empresas, para posteriormente calcular para cada factor las distintas medidas de eficiencia económica, centrando el análisis en el uso óptimo de los factores energéticos (Aranda, Scarpellini, & Feijó, 2003). El segundo objetivo es la realización de DE a las empresas, el cual sigue una metodología dividida en cinco fases:

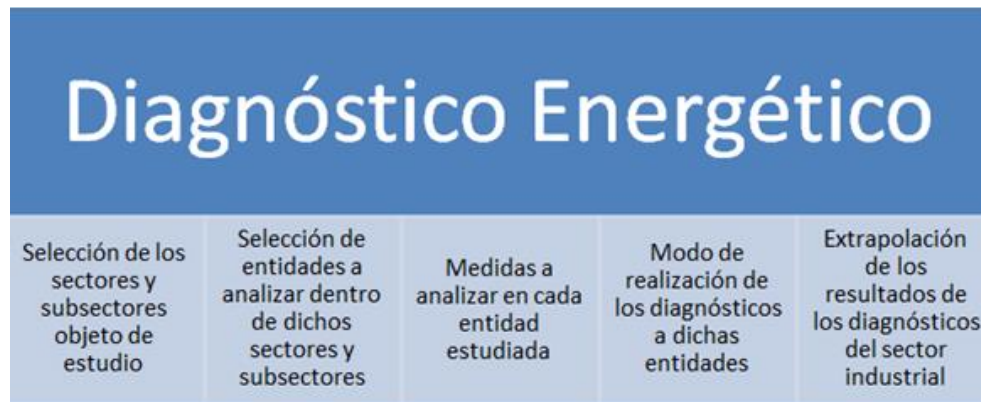


Figura 1. Fases de D.E. (Aranda, Scarpellini, & Feijó, 2003).

Los resultados obtenidos para el segundo objetivo fueron la detección de áreas de oportunidad en ahorro térmico y eléctrico en tres sectores: metal, químico y agroalimentario (Aranda, Scarpellini, & Feijó, 2003).

Por otra parte Morato (2009) presenta su artículo “Reducción de gasto energético eléctrico usando seis sigma” en el cual ilustra un ejemplo de aplicación de la metodología Seis Sigma en los modelos de gestión

energética para la Reducción de Gasto Energético Eléctrico en un parque industrial.

Dentro de este artículo se explica la manera de aplicar la metodología de solución de problemas DMAMC: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Dentro de la etapa de Definición el proyecto se enfoca desde la ecuación básica para resolver problemas desde Seis Sigma: $Y = f(x)$, donde Y es la variable dependiente y X la variable independiente, para el caso del proyecto energético Y es el consumo (kw/h) y las

variables independientes fueron declaradas mediante diferentes discusiones del equipo de trabajo definiendo las siguientes: motores, factor de potencia, iluminación, aplicaciones térmicas, sistemas de distribución y manejo operacional (Orozco, 2009).

El artículo “Desarrollo de un estudio energético en el sistema de aguas de la empresa CEMONOSA” se expone un estudio energético con la intención de identificar las áreas de oportunidad para el ahorro de energía eléctrica y emprender acciones de control. En este artículo se presenta una metodología para elaborar DE que se sustenta en la estructura seguida en los proyectos de ahorro de energía, misma que contempla implícitamente metodologías básicas en la elaboración de proyectos de inversión, que incluyen planeación, organización, dirección y control. Los pasos a seguir dentro de esta metodología son los siguientes (Cázares, A., & Ybarra, 2005):

1. Planificación del diagnóstico
2. Recopilación y revisión de datos
3. Complementar trabajo preparatorio
4. Trabajo de campo y mediciones
5. Sistematización y análisis de datos
6. Identificación y análisis de oportunidades y medidas de ahorro de energía
7. Elaboración de conclusiones con el personal de la empresa
8. Elaboración del informe definitivo (Cázares, A., & Ybarra, 2005).

En el mismo tenor se presenta el artículo “Desarrollo e implementación de estrategias enfocadas a la disminución del consumo de energía eléctrica en una empresa cervecera” muestra el desarrollo e implementación de las principales estrategias de uso eficiente de energía eléctrica en una industria cervecera, como resultado de la

realización de un DE, la metodología propuesta consta básicamente de dos etapas: en primer lugar se identificaron los principales equipos consumidores de energía eléctrica en la planta y posteriormente se desarrollaron soluciones técnico-económicamente viables para eficientar el uso de energía eléctrica (Caravantes, López, Velázquez, & López, 2005).

La metodología propuesta en este estudio es la siguiente:

1. Recolección de información básica e inventario general de las instalaciones.
2. Elaborar balances de energía.
3. Determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.
4. Obtener índices de consumo de energía.
5. Determinar los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los diferentes campos.
6. Identificar las medidas apropiadas de ahorro de energía.
7. Evaluación de los ahorros de energía en términos de costos (Caravantes, López, Velázquez, & López, 2005).

El aspecto normativo en nuestro país está representado por la Secretaria de Energía (SENER) a través de la CONUEE, misma que en su manual para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEN) plasma una metodología para lograr la mejora continua del desempeño energético en las organizaciones en una forma costo efectiva (Abel Hernández Pineda, 2014).

La metodología para el diseño e implementación de un SGEN propone ocho etapas que se muestran en la figura 2.

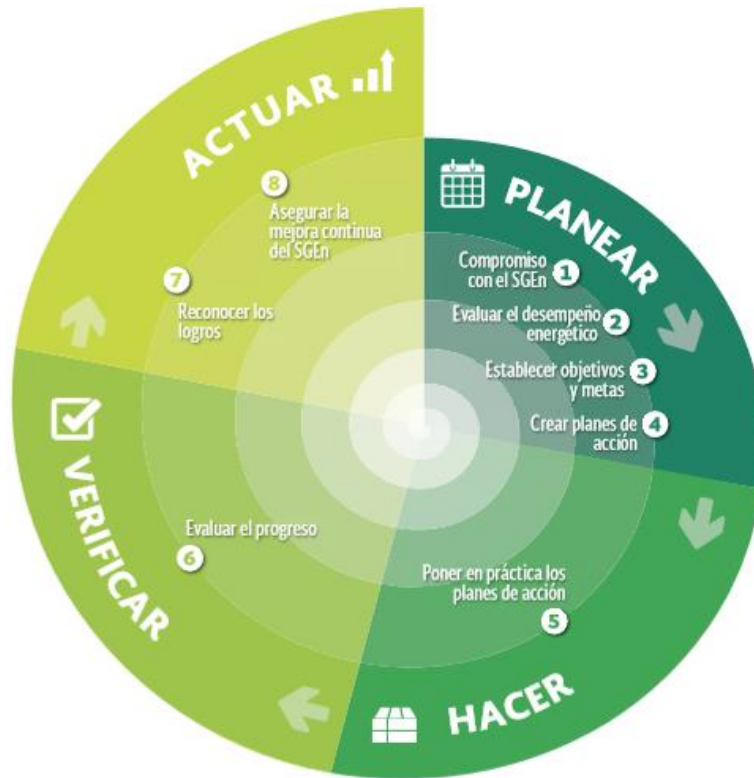


Figura 2. Etapas para el diseño e implementación de SGEN (Abel Hernández Pineda, 2014).

Dentro de la etapa 2 “Evaluar el desempeño energético” se considera los usos que se dan a la energía, la forma en que se consume, la intensidad energética y las medidas disponibles para fomentar la eficiencia y el ahorro de energía, es decir, el diagnóstico energético.

Por otra parte la normativa europea UNE 216501 de Auditoría Energética que tiene como objetivos: obtener un conocimiento fiable del consumo energético, identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía y detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y su repercusión en costo energético, propone una metodología que consiste en (Sánchez, 2010):

1. Generalidades
 2. Estado de las instalaciones.
 - 2.1.1. Análisis de los suministros energéticos.
 - 2.1.2. Análisis de los procesos de producción.
 - 2.1.3. Análisis de las tecnologías horizontales y servicios.
 - 2.1.4. Medición y recogida de datos.
 3. Realización de una contabilidad energética.
 4. Análisis de propuestas de mejora.
 - 4.1.1. Desarrollo de mejoras.
 - 4.1.2. Concatenación de mejoras.
 - 4.1.3. Recomendaciones y buenas prácticas
- Dicha norma tiene una relación directa y antecesora de otra norma la UNE-EN16001 SGE, la siguiente imagen la muestra:

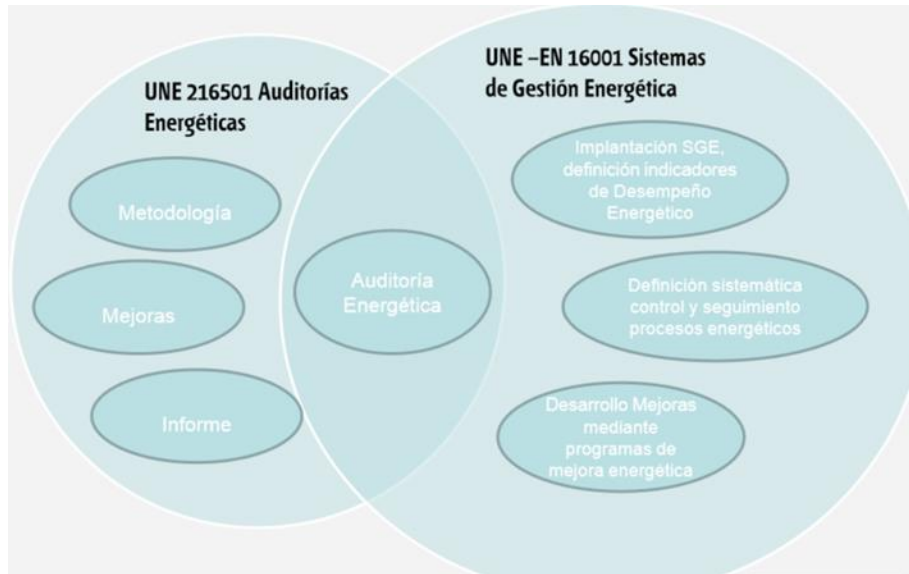


Figura 3. Relación entre la UNE 216501 y UNE-EN16001 (Sánchez, 2010).

Desarrollo

Como se analizó en el apartado anterior los estudios energéticos están conformados por una serie de pasos secuenciados, este proyecto se enfoca solo en una parte que consideramos primordial para lograr el ahorro energético, el DE.

Un DE correctamente realizado permitirá en primera instancia caracterizar el

sistema eléctrico (SE) y posteriormente determinar los problemas que se convertirán en un áreas de oportunidad, a continuación se analizarán las posibles soluciones y al implementarlas se determinará el ahorro energético y económico obtenidos, la figura 4 muestra un esquema de lo que consideramos un proyecto de ahorro energético.

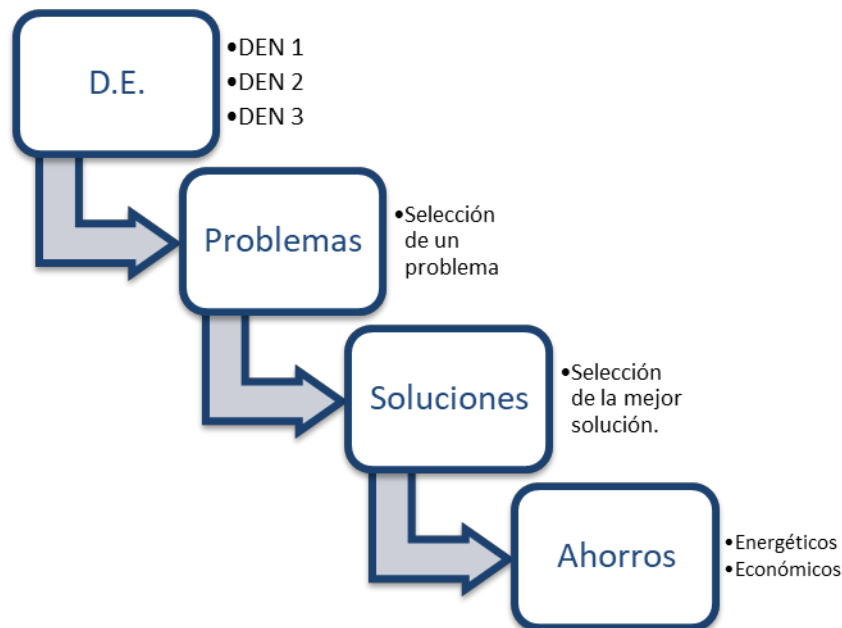


Figura 4. Relación entre la UNE 216501 y UNE-EN16001

Metodología DESMB para elaboración de Diagnósticos Energéticos

La metodología DESMB se realizó cubriendo los puntos indicados por Frola & Velázquez (2011):

1. Debe estar diseñadas para promover a un perfil de egreso, evidenciar una competencia.
2. Debe verificar que genere necesidades en el estudiante.
3. Debe pensarse como actividad en vivo y en una sola exhibición.
4. Planteada preferentemente en equipo.
5. Resuelva un problema.

6. Especifica los niveles de exigencia, indicadores.

7. Los indicadores se orientan al proceso y al producto.

8. Especifica formas cualitativas de evaluación.

9. Especifica una herramienta de calificación.

10. Se define un criterio de logro, para declarar la competencia lograda

Así mismo se analizó diversos lineamientos marcados por organismos como la CONUEE y SENER y teniendo como base las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (NOM):

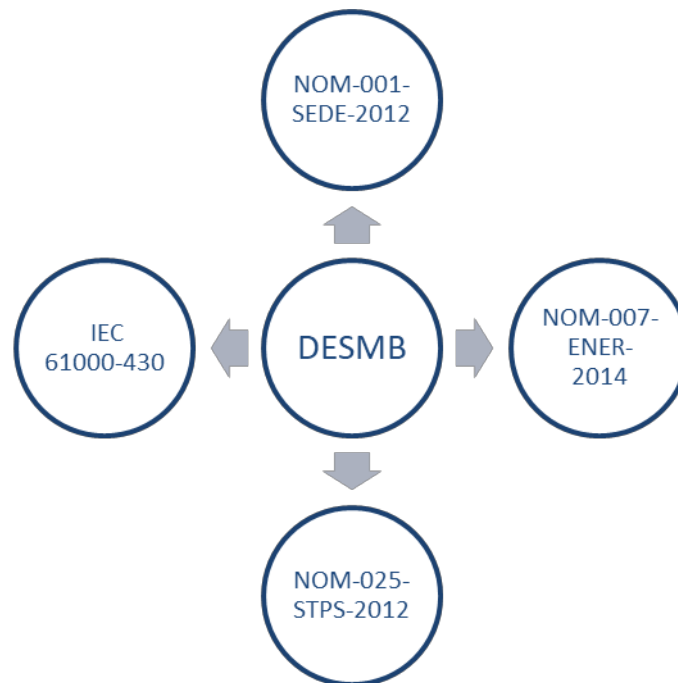


Figura 5. Normas involucradas en Metodología DESMB.

La metodología está organizada por tres etapas estructuradas por diagramas de flujo (DF) que permiten al estudiante seguir una secuencia de actividades y 14 formatos que brindarán al estudiante evidencia y veracidad a los resultados.

La primera etapa que representa un tiempo de dos días aproximadamente, corresponde al DEN 1 mismo que tiene ocho formatos que llevan al estudiante a la una caracterización general del SE y de sus

consumos a través de una inspección visual, posteriormente al analizar la información se determina el problema que presenta la instalación o se decide si se pasa a la etapa 2.

De seguir la segunda alternativa (DEN 2) se realiza en un tiempo de 10 a 15 días, consta de un DF y seis formatos, dentro de esta etapa se realizarán mediciones de las variables encontradas en el etapa 1 y estas dependerán de la instrumentación que se tenga. Al analizar la información se determina

si se tienen argumentos para declarar un problema o decidir realizar un DEN 3, mismo que se realiza de igual manera que el DEN 2

pero con una duración de 30 a 90 días de análisis. La figura 6 y 7 muestra los DF de cada etapa.

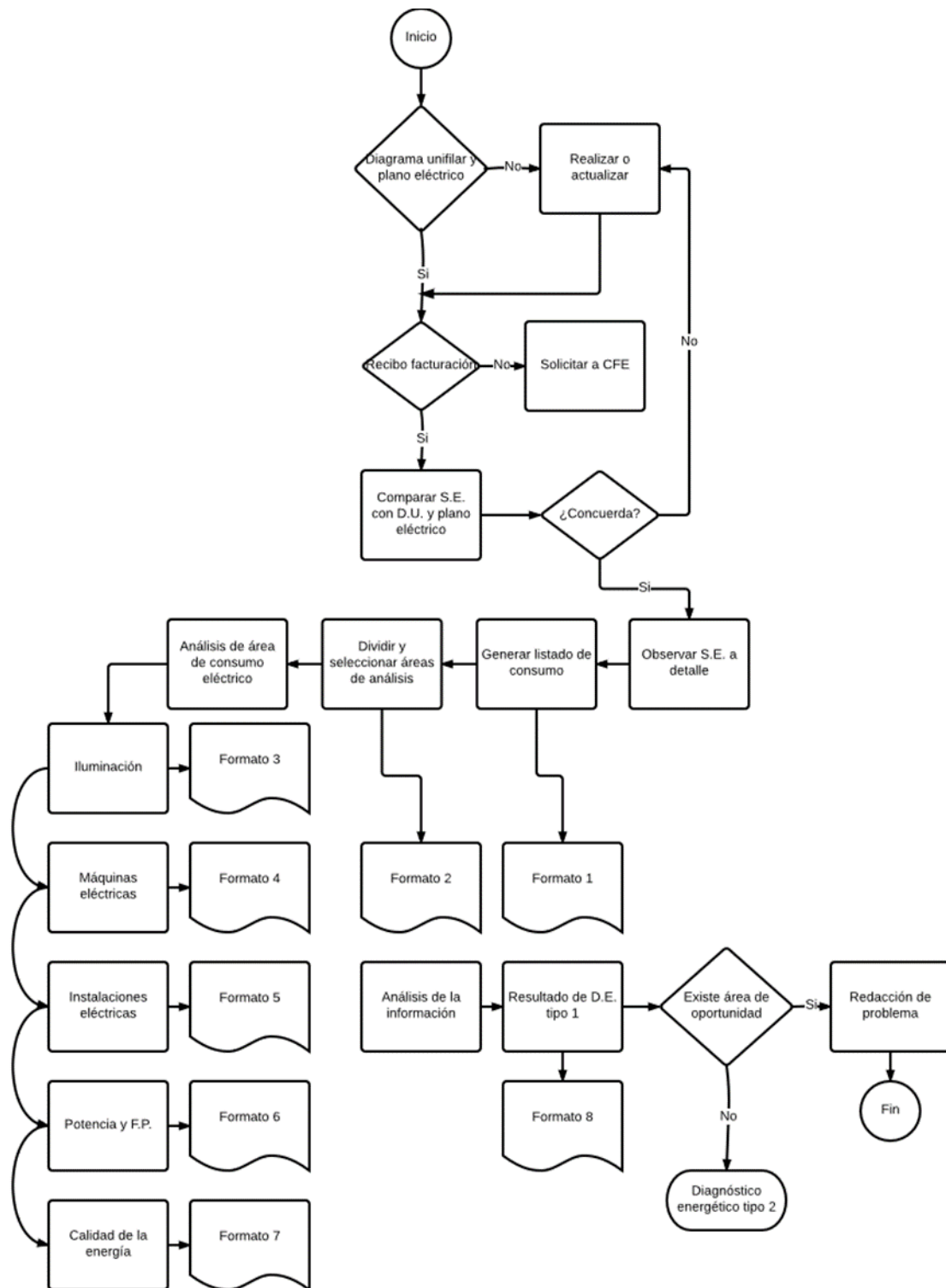


Figura 6. Diagrama de flujo etapa 1 metodología DESMB.

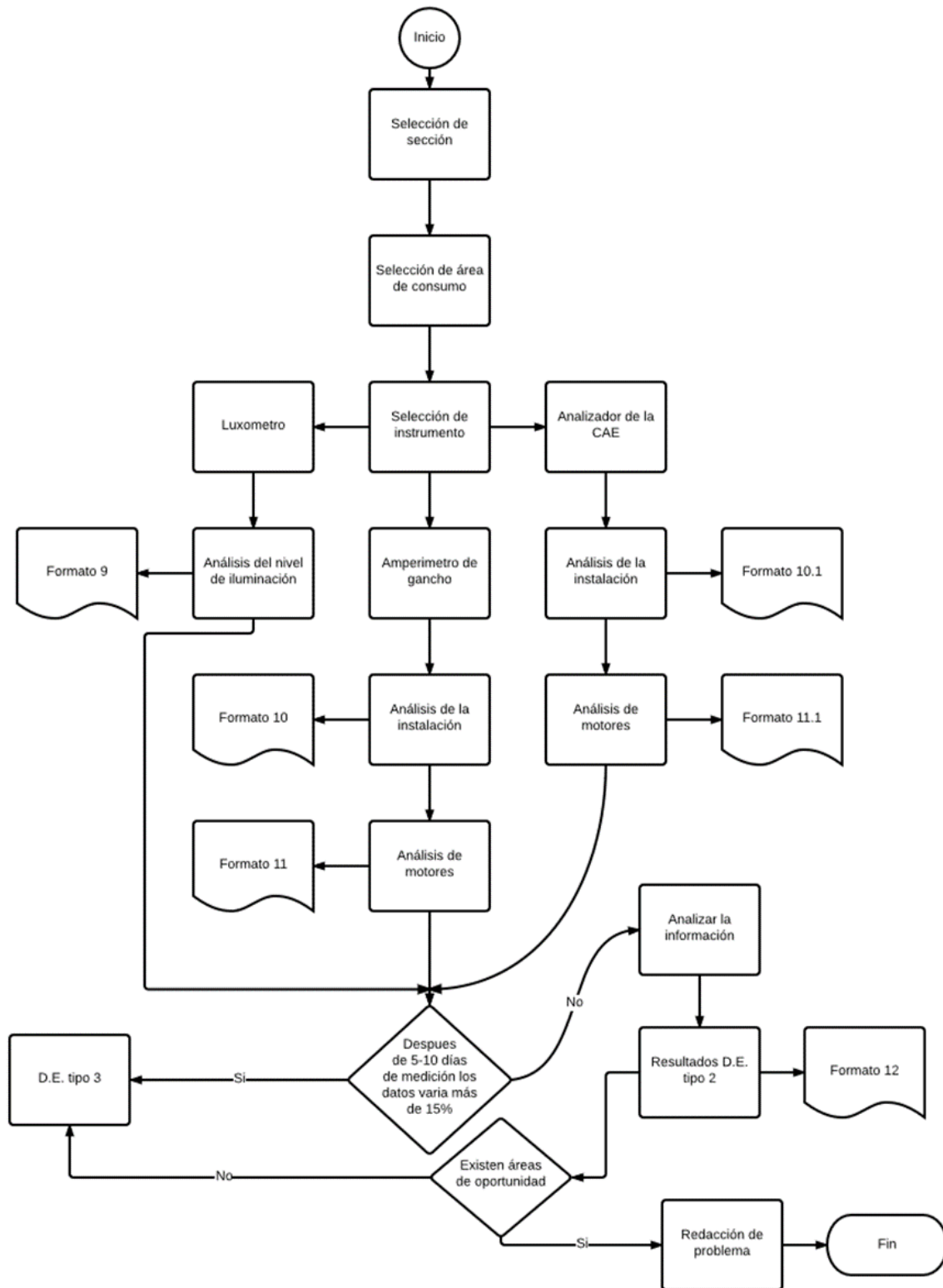


Figura 7. Diagrama de flujo etapa 2 metodología DESMB.

Resultados

Para determinar los resultados de la metodología DESMB se entregó a un grupo de alumnos del quinto cuatrimestre de la especialidad de Energías Renovables para su implementación dentro de un proyecto de ahorro energético en un sistema eléctrico de una Rectificadora.

Tras la aplicación de la etapa 1 el equipo obtuvo 10 problemas al analizar esta información el equipo decidió pasar a la etapa 2 de la metodología y realizar mediciones por un periodo de 10 días.

“En el diagnóstico se pudo observar que la instalación eléctrica de la rectificadora no está en buenas condiciones, ni tampoco es segura debido a que máquinas se presentan sin clavijas de conexión, no existen empalmes en los gabinetes principales, el alumbrado no cumple con la NOM. Para esto se llevará a cabo un diagnóstico 2 con el fin de encontrar el problema específico que el local presenta.”

Al analizar la información obtenida en la etapa 2 el equipo estuvo en condiciones de declarar el problema a solventar mismo que se centraba en dos puntos relevantes: instalación eléctrica e iluminación.

Conclusiones

La implementación de la metodología proporcionó al estudiante una vereda clara sobre las actividades que debería de realizar dentro del SE, generó en el estudiante un sentimiento de seguridad ya que sus propuestas y aseveraciones se encontraban respaldadas por una serie de evidencias documentadas en 14 formatos mismos que a la postre le servirían para la elaboración de su informe técnico.

Referencias

- Abel Hernández Pineda, G. E. (2014). Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. México. D.F.: CONUEE / GIZ.
- Aranda, A., Scarpellini, S., & Feijoó, M. (2003). Análisis de la eficiencia energética de la industria española y su potencial de ahorro. *Economía Industrial*, 11-24.
- Caravantes, G. D., López, J. H., Velázquez, R. L., & López, A. A. (2005). Desarrollo e implementación de estrategias enfocadas a la disminución del consumo de energía eléctrica en una empresa cervecera. *Impulso, Revista de Electrónica, Eléctrica y Sistemas Computacionales*, 60-67.
- Cázares, F. G., A., E. R., & Ybarra, J. J. (2005). Desarrollo de un estudio energético en el sistema de aguas de la empresa CEMONOSA . *Impulso, Revista de Electrónica, Eléctrica y Sistemas Computacionales*, 34-42.
- CONUEE, C. N. (1 de Marzo de 2016). CONUEE. Obtenido de www.conuee.gob.mx
- FIDE, F. p. (2010). Curso-Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica. Guatemala: Secretaría de Energía.
- Orozco, J. S. (2009). Reducción de gasto energético eléctrico usando seis sigma. *Producción + Limpia*, 90-102.
- Sánchez, J. M. (2010). La Norma UNE-216501 de Auditoría Energética. Requisitos y experiencias. España.
- Patricia Frola, Jesús Velásquez. (2011). ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS POR COMPETENCIAS. Diseños eficientes de intervención pedagógica. México D.F. CIECI.