



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

“Diseño de un sistema de gestión de la energía, de acuerdo a la ISO  
50001 (Gestión de la energía) en la empresa DRY CLEAN U.S.A.  
Ubicada en el km 3 carretera a Masaya”

**AUTORES**

Br. Alma Ligia Barrios López

**TUTOR**

Msc. Rolando Gaspar Lugo

**Nicaragua, 31 de Mayo del 2017**



Líder en Ciencia y Tecnología

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Tecnología de la Industria

### DECANATURA

A: Brs. Alma Ligia Barrios López

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA: Jueves 04 de Agosto del 2016

Por este medio hago constar que su trabajo de protocolo Titulado **“Diseño de un sistema de gestión de la energía, de acuerdo a la ISO 50001 (Gestión de la Energía) en la empresa DRY CLEAN U.S.A.”** ubicada en el km 3 carretera a Masaya., para obtener el título de Ingeniero Industrial y que contará con el Ing. Rolando Gaspar Lugo Lugo como tutor, ha sido aprobado por esta decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



C/c Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**DECANATURA**

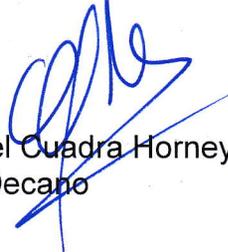
Lunes, 05 de diciembre del 2016

Brs. Alma Ligia Barrios

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga de entrega de su trabajo monográfico titulado: **“Diseño de un Sistema de Gestión Energética en la empresa DRY CLEAN U.S.A Ubicada en el Km 3, carretera a Masaya”**, para obtener el título de **Ingeniero Industrial** que contará con el Ing. Rolando Lugo Lugo, ha sido aprobada por esta Decanatura para el día miércoles 31 de mayo del año 2017.

Cordialmente,



  
MBA. Daniel Cuadra Horney  
Decano

Matagalpa, 3 febrero 2017

**Msc. Daniel Cuadra Horney**

Decano

Facultad de Tecnología de la Industria

Sus despacho.

Respetado Msc. Cuadra, reciba de mi persona mis mas atentos saludos y a la vez me es grato hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de investigación titulado "Diseño de un sistema de gestión de la energía de acuerdo a la ISO 50001 en la Empresa Dry Clean USA", específicamente en la casa matriz ubicada en Managua, en el km 3 de carretera a Masaya.

Esta investigación monográfica fue elaborada por la Br. Alma Ligia Barrios López con número de carné 2008-23206, como parte de los requisitos de culminación de estudios para optar al título de ingeniero industrial.

No omito mencionar que esta investigación posee un importante nivel de transversalización de la carrera de ingeniería industrial por requerir una sólida formación técnica para lograr concretar un análisis de gestión de la energía en un proceso productivo que involucra electricidad y calor.

La investigación tuvo como punto de partida una Auditoria Energética y finaliza con la propuesta de un sistema de gestión de la energía partiendo del potencial de mejora identificado.

Sirva la presente para respaldar el trabajo realizado por la Br. Alma Ligia Barrios López. Una vez más le reitero mis más atentos saludos y muestras de consideración y respeto.

---

**Msc. Rolando Gaspar Lugo Lugo**  
Tutor de Investigación Monográfica  
Especialista en Eficiencia Energética

# DRYCLEAN-USA

Centro Comercial Basilea Km. 3  
Carretera a Masaya Contiguo al  
Sorbetin Tel.: 2270-1107 / 08

Plaza el Güegüense, de Optica  
Nicaragüense 1c arriba  
Tel.: 2266-4070

De Texaco Las Colinas  
1c. al Este, Módulo #2  
Tel.: 2276-1142

De la Rotonda Bello Horizonte,  
1c. al este, Contiguo a CLARO  
Tel.: 2249-1096

Carretera Sur, Km. 8 Contiguo a  
Supermercado Stop & Go  
Tel.: 2265-1783

Managua 09/02/17

MSC. Daniel Cuadra Honey

DECANO

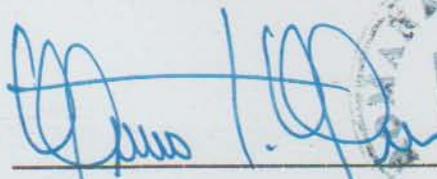
Facultad de Tecnología de la Industria

Sus manos

Estimado MSC. Daniel Cuadra, reciba un saludo de mí parte, el motivo de la presente es hacer de su conocimiento que la joven: Alma Ligia Barrios López, desarrollo su tema monografía, Diseño de un Sistema de Gestión Energética en nuestra empresa DRY CLEAN U.S.A. ubicada en km 3 Carretera a Masaya.

No omito manifestar que el estudio realiza es de mucha utilidad para la implementación de medidas que ayuden a disminuir los importe por el consumo de energía

Saludos

  
  
Marco Tulio Mena  
Gerente General  
Teléfono: 2270-1107





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**BARRIOS LÓPEZ ALMA LIGIA**

Carne: **2008-23206** Turno **Nocturno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y nueve días del mes de febrero del año dos mil dieciséis.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad



## **Dedicatoria**

A Dios,

Por su infinita bondad y amor al haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y darme la salud para lograr mis objetivos.

A mi familia,

Especialmente a mis padres Cristina López y Miguel Barrios por ser el pilar más importante en mi vida, al demostrarme su amor y apoyo incondicional para que lograré culminar mi carrera satisfactoriamente.

A mi hija,

Lucia Jarquín, por ser el motivo que me levanta cada día para lograr cumplir con nuestros objetivos. Las palabras no pueden describir todo lo que hemos sacrificado para lograr culminar esta meta.

Un reconocimiento especial a mi amigo y tutor

Ing. Rolando Lugo por haberme guiado con sus valiosos conocimientos durante el desarrollo de la tesis, agradezco su tiempo, confianza y dedicación.

Y finalmente, pero no menos importante a mis amistades, quienes me apoyado con su experiencia y conocimientos a lo largo de este proceso de formación.

## Resumen Ejecutivo

El presente proyecto surge como una necesidad de mejorar la productividad en la Empresa DRY CLEAN USA, a partir de una mejor gestión de la energía en el consumo de electricidad. Para el desarrollo de este estudio inicialmente se realizó una Auditoría Energética en la empresa DRY CLEAN U.S.A. Basada en la **NTN 10- 10 001-13** (Requisitos para la elaboración de auditorías energéticas)

Con el objetivo de obtener un conocimiento fiable de los consumos energéticos, se realizó una serie de medidas que consistieron en la obtención de mediciones, registros de parámetros eléctricos, térmicos y de confort, inventario de los equipos, instalaciones existentes, conocimiento de las condiciones normales de funcionamiento de DRY CLEAN U.S.A. Los datos fueron obtenidos en las visitas realizadas a las instalaciones y se complementó con la información proporcionada por el personal de mantenimiento.

Se identificó oportunidades de ahorro de energía para cada sistema y se generó propuestas de mejora, considerando el análisis técnico y económico de las mismas. Toda la información recopilada en Auditoría Energética fue la base para proponer un Sistema de Gestión Energética basado los requisitos establecidos en la norma **NTN 10 001-13/ISO 50001** (Norma Técnica Nicaragüense, Sistema de Gestión de la Energía, Requisitos con orientación para su uso) que permitirá mantener un control permanente de los energéticos.

En términos de electricidad, se logró identificar un ahorro equivale a **1,621 kWh/mes y 10 kW/mes**. Las oportunidades de mejoras consiste en el cambio de tarifa, compensación del factor de potencia, sustitución de luminarios, cambio de cultura en el uso de la energía. Al combinar todas estas acciones se podría compensar los períodos más largos de recuperación de la inversión, considerando que la inversión requerida equivalente a **U\$ 1,895.00** en comparación con el ahorro estimado que equivalente a **U\$10,344.64** anuales.

**Palabras claves:** Lavanderías, Gestión de la Energía, Auditoría Energética

## Contenido

1. Introducción.....	6
2. Objetivo General .....	8
3. Justificación.....	9
4. Marco teórico y conceptual.....	10
4.1. Datos Generales de la empresa .....	10
4.2. Organigrama DRY CLEAN U.S.A. ....	11
4.3. Mapa de ubicación de la empresa .....	12
4.4. Descripción del proceso .....	13
4.4.1. Descripción de las actividades del proceso de lavado en seco. ....	13
4.4.2. Definición de actividades y subproceso .....	16
4.4.3. Mapa de proceso .....	17
4.5. Metodología para la Auditoria Energética .....	19
4.5.1. Generalidades .....	19
4.5.2 Información Preliminar.....	21
4.5.3 Toma de datos y Mediciones.....	23
4.5.4. Niveles de iluminación .....	27
4.5.5. Otras mediciones .....	28
4.5.6. Análisis energéticos.....	31
4.5.7. Sistema Productivo.....	42
4.5.8. Tecnologías horizontales.....	44
4.5.9. Propuestas y conclusiones.....	49
4.5.10. Análisis de la viabilidad económica .....	50
4.6. Sistema de Gestión de la Energía .....	51
4.6.1. Fases para la implementación de un programa de manejo energético.....	55
5. Auditoria Energética DRY CLEAN U.S.A.....	57
5.1. Suministros Energéticos.....	58
5.1.1. Análisis eléctrico .....	58
5.1.2. Análisis de la factura .....	59

5.1.4. Comportamiento de los principales rubros facturados. ....	62
5.1.5. Comportamiento de los importes facturados.....	64
5.1.6. Comportamiento de la demanda de potencia .....	64
5.1.7. Factores de Eficiencia Energética.....	66
5.1.8. Balance energético .....	68
5.2. Características del suministro de Gas .....	69
6. Sistemas Productivos.....	70
6.1. Situación Actual .....	70
6.2. Definición de la relación inter-funcional del proceso de lavado en seco .....	70
6.3. Identificación de mejoras en el proceso de lavado en seco .....	73
7. Análisis de las tecnologías horizontes.....	74
7.1. Iluminación.....	74
7.1.1. Niveles de iluminación .....	76
7.2. Climatización .....	78
7.3. Ventilación .....	78
7.4. Equipos ofimáticos .....	79
7.5. Sistema de aire comprimido .....	80
7.6. Equipos de lavado en seco.....	81
7.7. Equipos de secado.....	82
7.8. Sistema de generación de vapor .....	83
8. Consumo de electricidad por sistemas.....	84
9. Propuestas de Mejoras .....	86
9.1. Suministro de energía.....	86
9.1.1. Optimización de la potencia contratada .....	86
9.1.2. Mejorar el factor de carga.....	88
10. Recomendaciones generales .....	92
10. Mejoras de eficiencia energética en el suministro energético.....	92
10.1.1. Optimización de la potencia contratada.....	92
10.1.2. Mejorar el factor de carga .....	93
10.1.3. Sistema Productivo .....	93

10.1.4. Determinar el tiempo óptimo de parada .....	94
10.1.5. Tecnologías horizontales .....	95
10.1.6. Generación y distribución de vapor .....	96
11. Sistema de Gestión Energética DRY CLEAN U.S.A. ....	97
11.1. Definición de política energética (Propuesta) .....	97
11.2. Propuesta de Sistema de Gestión Energética.....	98
11.3. Evaluación del Desempeño Energético.....	100
11.4. Revisión de los requisitos legales y reglamentarios .....	100
11.5. Cumplimiento de los requisitos legales .....	100
11.6. Objetivos y metas de acción del Sistema de Gestión de Energética .....	102
11.7. Indicadores de desempeño energéticos.....	103
12. Conclusiones .....	104
13. Recomendaciones Generales .....	105
14. Bibliografía .....	106
15. ANEXOS .....	108
A. Normativa de Servicio. Resolución No. 006-2000.....	108
B. Normativa de Tarifa. Resolución No. 14 – 2000.....	109
C. Higiene y seguridad.....	110
E. Eficiencia Energética.....	112

## 1. Introducción

Entre los principales retos que enfrentan las empresas nicaragüenses, están la competitividad y su permanencia en el mercado, ambas tienen en común un factor: El uso de la energía.

Superar estos retos requiere de estrategias que le permitan a las empresas adaptarse a los cambios y a las variaciones en los costos del suministro de la energía.

DRY CLEAN U.S.A. Ofrece servicios de lavado en seco y planchado vapor a vapor en la ciudad de Managua desde 1998. Está ubicada en Km 3.5 carretera a Masaya, es una empresa pionera y líder en su ramo, representada en Nicaragua por el Sr. Marco Tulio Mena Juárez.

Actualmente, enfrenta costos asociados a los diferentes tipos de energía utilizada en el proceso, por esta razón está interesada en la implementación de estrategias que le aporten más sostenibilidad y productividad, partiendo de un esquema de mejora continua de la calidad.

Durante visitas previas al planteamiento de esta investigación se identificó la oportunidad de fortalecer la gestión de los rubro con mayor participación en los costos fijos que la empresa considera de mayor interés: La energía eléctrica y el gas licuado de petróleo (L.P.G.), por tal razón esta investigación monográfica propone una alternativa de solución a los retos planteados: la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía.

El presente estudio se enfoca en los análisis de la demanda de los energéticos utilizados en el proceso de lavado en seco de DRY CLEAN U.S.A. Mediante la elaboración de una Auditoria Energética. Con el objetivo de obtener la información necesaria para diseñar un Sistema de Gestión de la Energía, basado en Norma Técnica Nicaragüense, Sistema de Gestión de la Energía, Requisitos con orientación para su uso (NTN 10 001-13/ISO 50001).

Esta norma establece los requisitos que debe tener un Sistema de Gestión de la Energía en una organización para ayudar a mejorar su desempeño energético, aumentar su Eficiencia Energética y disminuir el impacto ambiental así como aumentar sus ventajas competitivas dentro de los mercados que participan, todo lo antes mencionado sin sacrificar su productividad.

Los esfuerzos de DRY CLEAN U.S.A serán orientarlos conforme la metodología de gestión energética de la Organización Internacional de Normalización, específicamente con la norma ISO 50001. Sistemas de Gestión Energéticos. Requisitos. Esta norma ha sido adoptada en Nicaragua como Norma Técnica Nicaragüense. Requisitos para la elaboración de auditorías energéticas (NTN 10- 10 001-13).

De lo anterior se obtendrán dos productos para la presentación de esta investigación monográfica:

- Auditoría Energética (Diagnóstico de condición actual.)
- Sistema de Gestión Energético (La propuesta de mejora de la condición)

La auditoría energética será entregada a la alta dirección de la empresa, antes de finalizar la investigación monográfica, para obtener insumos para la creación del SGE<sub>n</sub>, partiendo de las necesidades e intereses estratégicos de la misma, para definir los alcances y la política energética del SGE<sub>n</sub> para DRY CLEAN U.S.A.

Los productos más relevantes del Sistema de Gestión de la Energía de esta investigación monográfica serán:

- Estado del arte de la empresa en el rubro energía.
- Recomendaciones y potencial de mejora.
- Indicadores energéticos para el seguimiento y control de las medidas implementadas.

Esta investigación cuenta con un compromiso de confidencialidad de los resultados obtenidos en la misma, por tal razón los valores reales del análisis serán entregados a la Alta Dirección de la empresa y para efectos académicos, se plantearán valores de referencia. Como el objetivo de la investigación es el montaje de un Sistema de Gestión de la Energía en la Empresa DRY CLEAN U.S.A. Lo verdaderamente relevante es la metodología de implementación. La investigadora considera que los valores reales solamente son de interés de la empresa.

## **2. Objetivo General**

Diseñar un Sistema de Gestión de la Energía para la empresa DRY CLEAN U.S.A. que permita mejorar su desempeño energético, basado en los requisitos establecidos en la Norma Técnica Nicaragüense, Sistema de Gestión de la Energía, Requisitos con orientación para su uso (NTN 10 001-13/ISO 50001).

Los objetivos específicos de este trabajo investigativo son:

- Determinar a través de una auditoría energética, basada en los requisitos establecidos en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 10 002-13) el potencial de mejora en el uso de la energía, para la empresa DRY CLEAN U.S.A.
- Proponer un plan de mejora continua a través de la implementación un sistema de gestión de la energía en la empresa DRY CLEAN U.S.A. en base a los indicadores de desempeño energético identificados en la auditoría energética.

### **3. Justificación**

Las empresas nacionales están permanentemente comprometidas a ser más competitivas dentro de su ramo y para ello deben adoptar estrategias que garanticen su mejora continua. Los Sistemas de Gestión Energéticas son herramientas que facilitan la productividad a corto y mediano plazo, basado en un mejor rendimiento de las inversiones necesarias para la mejora en los procesos.

Los costos actuales de la energía, son una amenaza potencial para la empresa, debido a su alta dependencia de la energía en los procesos de producción, en este sentido invertir en recursos para mejora de la productividad partiendo de una mejor gestión energética, que se traduce en aumento de la competitividad.

Para garantizar los objetivos, la empresa DRY CLEAN U.S.A. debe definir una política energética que le permitan la disminución de costos y mantener la calidad del servicio como un compromiso de la alta dirección y de todos los miembros de la empresa desde el punto de vista ambiental, es una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La esfera social, también se beneficia del uso eficiente de la energía, debido a que propone un cambio integral en la cultura organizacional al disminuir el desperdicio de energía.

## 4. Marco teórico y conceptual

### 4.1. Datos Generales de la empresa

DRY CLEAN U.S.A. es una franquicia representada en Nicaragua por el Sr. Marco Tulio Mena Juárez. Esta empresa ofrece servicios de lavado y planchado en seco húmedo, desde 1998, en la ciudad de Managua. DRY CLEAN U.S.A actualmente cuenta con diez sucursales en la capital y es una empresa pionera en su ramo.

La sede central está ubicada en el Km 3.5 carretera a Masaya, del Restaurante Pollos Tip Top - Los Robles, 20 m al sur, en el Centro Comercial Basilea. El sitio en internet de la empresa es: <http://www.drycleanusa.com.ni/>

DRY CLEAN U.S.A cuentan con un personal capacitado y con la experiencia suficiente para brindarles un servicio de calidad a sus clientes. En la empresa actualmente laboran 32 personas, por un promedio de doce horas diarias, seis días a la semana, en horario de 07:00 am a 07:00 pm.

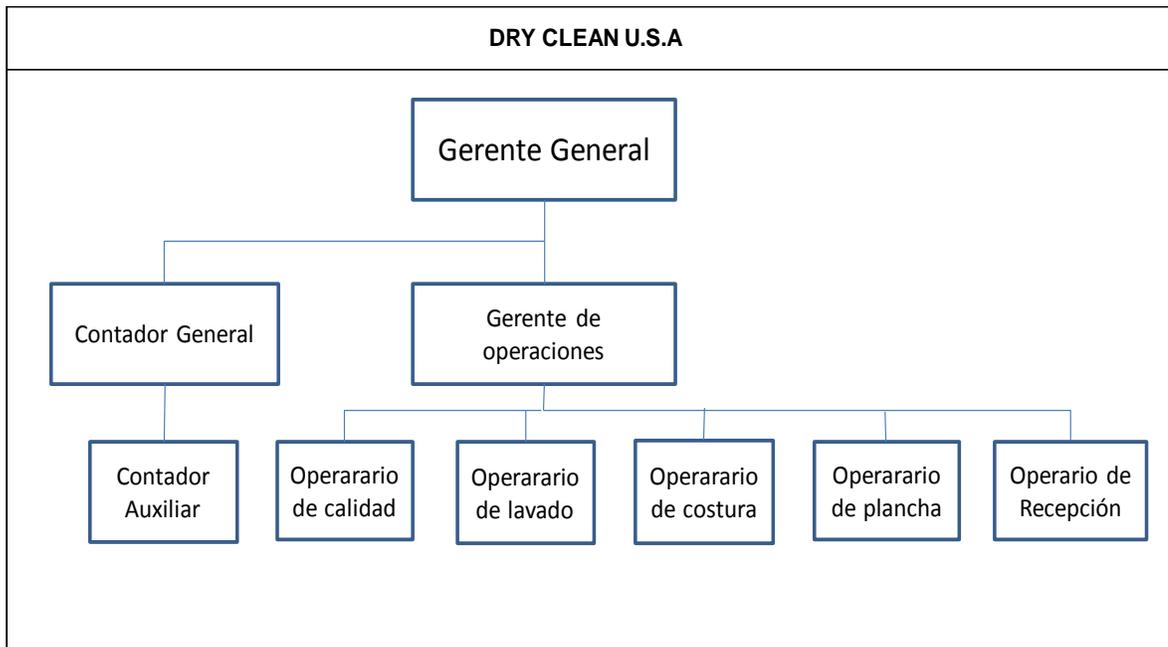
**Misión:** Proporcionar la mejor opción en el mantenimiento y cuidado de sus prendas, utilizando los equipos y tecnologías más adecuados para el proceso de lavado, tanto en seco como en agua. Al igual utilizamos productos amigables con el medio ambiente. Es por eso su lema es: "¡Que importante es verse bien!".

**Visión:** Ser líder en el servicio de lavado y planchado proporcionando soluciones óptimas, con la más alta calidad en nuestro servicio y llegar al 100% de satisfacción en el consumidor.

**Valores:** Honestidad, responsabilidad, compromiso, profesionalismo, puntualidad, actitud de servicio y satisfacción al cliente.

## 4.2. Organigrama DRY CLEAN U.S.A.

La empresa DRY CLEAN U.S.A. No cuenta con la definición de un organigrama, razón por la cual se procedió a elaborarlo, partiendo de la información suministrada por la Gerencia General y Gerencia de Operaciones. El mismo se presenta a continuación:



**Figura 1.** Organigrama de DRY CLEAN U.S.A.

Fuente: Elaboración propia.<sup>1</sup>

---

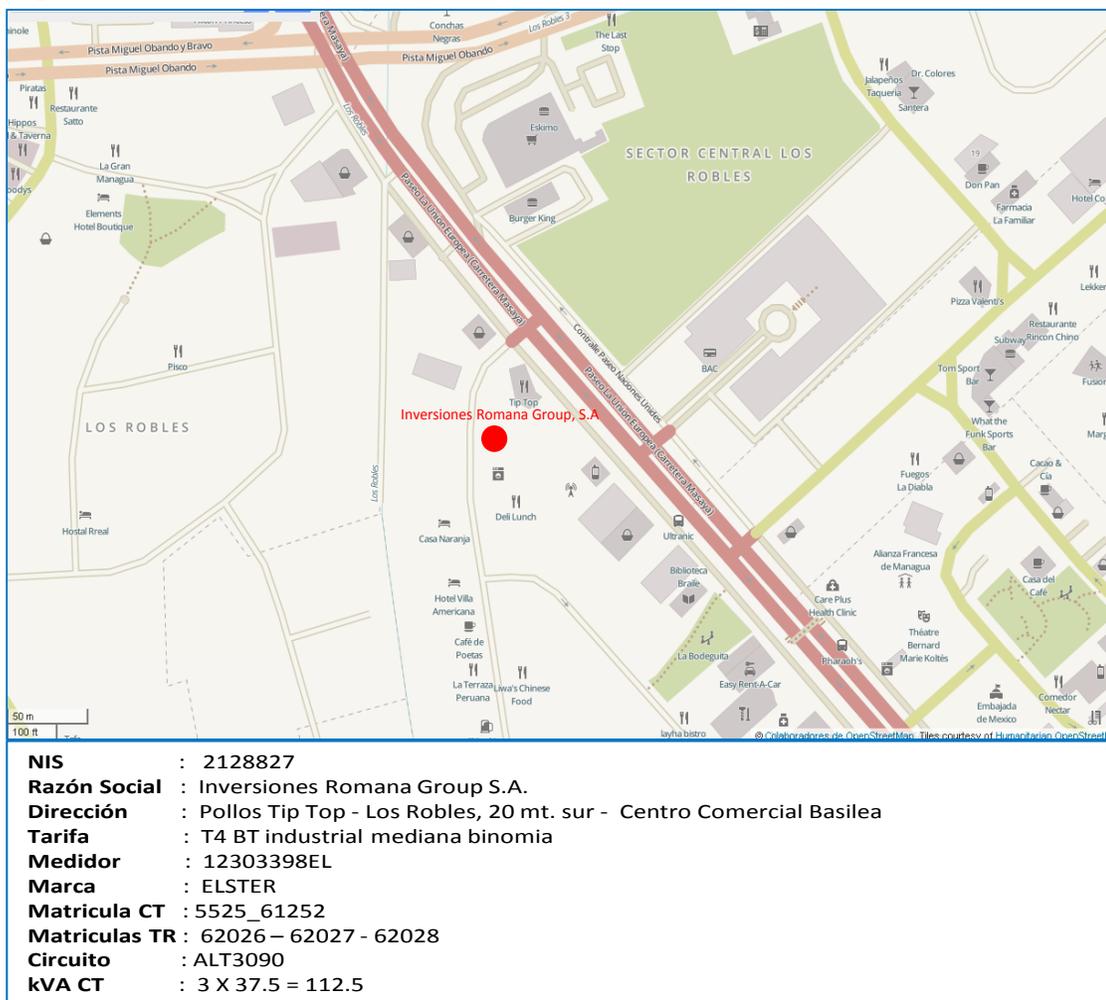
<sup>1</sup> Información proporcionada por el gerente de operaciones.

### 4.3. Mapa de ubicación de la empresa

La planta de operaciones está ubicada en el Km 3.5 carretera a Masaya, del Restaurante Pollos Tip Top - Los Robles, 20 m al sur, en el Centro Comercial Basilea. Donde también está instalada en el área administrativa, identificada como sede central de la empresa.

El panel principal del suministro **NIS: 2128827**, es alimentados por un centro de transformación de 112.5 KVA, que es compartido con otros suministros de la plaza Basilea.

**Figura 2.** Mapa de ubicación de ubicación del suministro y características de enlace



Fuente: Elaboración propia.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Datos tomadas del sistema BDI (Base de datos de instalaciones eléctricas), DISNORTE- DISSUR.

#### **4.4. Descripción del proceso**

En este apartado se describen las actividades que se llevan a cabo en la empresa DRY CLEAN U.S.A. Para el tratamiento de la ropa, utilizando el método de lavado en seco. Todas estas actividades se incluyen en el mapa de proceso.

##### **4.4.1. Descripción de las actividades del proceso de lavado en seco.**

- **Recepción de las piezas**

El proceso de lavandería inicia con la recepción de la ropa, que proviene de dos fuentes: la ropa que el cliente llega de a dejar a las oficina central y la ropa que llega de las diferentes sucursales de DRY CLEAN U.S.A.

En esta primera comunicación directa con el cliente, se realiza una inspección rápida en su presencia para ver el estado de la pieza, igualmente se le pregunta el tipo de servicio y lavado que requiere, se le informa el estado de la pieza, las observaciones quedan registradas en el sistema. La persona encargada de recepción tiene la responsabilidad de llenar una ficha con los datos de la persona propietario/a y las características de la pieza. Como resultado de esta actividad se crea un código de entrada para cada pieza.

- **Reparación y desmanche**

Si la pieza presenta manchas, esta se envía a la persona encargada de realizar las operaciones de desmanchado, el cual consiste en un proceso de limpieza manual hasta eliminar la mancha. Otra condición previa al proceso en de lavado en seco, es la reparación de la pieza si esta descocida. El área de costura, realizará las reparaciones correspondientes.

- **Etiquetado de las prendas**

En el área de recepción, una vez colocado el código de entrada, los datos del cliente y las características de la pieza, la ropa es empacada en bolsas de telas.

- **Clasificación de las prendas**

También corresponde al área de recepción la clasificación de las prendas de acuerdo al color (Tonos oscuros y blancos) y los tipos de telas.

- **Lavado de las prendas (Fases del lavado en seco)**

Las prendas son lavadas en máquinas utilizando el método de lavado en seco (del inglés, DRY CLEAN) en cuatro fases:

### **Fase 1. Primer baño, prelavado**

En esta fase se recibe la mayor carga de suciedad donde se disuelven todas las grasas, aceites, entre otras, tras unos minutos de lavado. Luego la ropa se mezcla con percloroetileno y se envía al destilador donde se calienta a una temperatura por encima de 125°, para convertir esta sustancia en vapor.

Este mismo “baño” pasa por un serpentín que lo enfría, para terminar en un separador donde se purifica el agua del percloroetileno, hasta dejarlo limpio y purificado para ser utilizado nuevamente. Luego la ropa es centrifugada a alta velocidad hasta extraer los posibles restos del disolvente.

### **Fase 2. Segundo baño de lavado**

El segundo baño de disolvente limpio se realiza con la adición de jabones con diferentes funciones, (re-forzantes del lavado, blanqueadores, antiestáticos, bactericidas, desodorantes, anti-pelusas, suavizantes) en dependencia del tipo de textil que se esté tratando.

Tras la limpieza pasará a ser el primer baño de la siguiente maquina de ropa, por lo que siempre el último baño es realizado con líquido totalmente limpio. El primero baño siempre está cargado de jabón, para aumenta su poder de limpieza. Luego la ropa es centrifugada a alta velocidad hasta extraer el disolvente casi totalmente.

### **Fase 3. Secado y desodorizado**

En esta fase la ropa se seca a una temperatura entre 50-55 °C hasta que queda totalmente seca y libre de disolvente. La duración del secado es controlada por un sistema automático que determina el tiempo necesario en proporción a la cantidad y tipo de prendas introducidas en la máquina.

Después se realiza la desodorización para eliminar las pequeñas partículas de disolvente que puedan quedar en la ropa al finalizar el secado. Después de 5 minutos, (tiempo requerido para la aeración del lugar) la puerta se libera y puede ser abierta para extraer la ropa limpia. Al final de esta fase las prendas son sub-clasificadas por tipo de pieza (pantalones, camisas, vestidos etc.).

### **Fase 4. Planchado de las prendas**

Las prendas son planchadas a vapor de acuerdo a la temperatura indicada en la etiqueta de cada prenda. En este proceso se utilizan diferentes tipos de plancha para una sola pieza, por ejemplo, para una camisa, se utiliza la plancha para cuello, plancha para mangas y plancha de tabla.

- **Inspección de calidad**

En esta fase se realiza la inspección de calidad, donde las prendas son controladas y revisadas a detalle. En caso de no cumplir con los criterios de limpieza determinados, puede ser reprocesada hasta obtener los resultados de calidad.

- **Empaque**

Las prendas son puestas en perchas de metal, empacadas en bolsas plásticas y luego se ubican en un carrusel, dichas prendas codificadas e identificadas con los datos del propietario y su código de entrada.

- **Entrega**

En el caso que el cliente se presenta a las instalaciones DRY CLEAN U.S.A, (sede central), para retirar la prenda, debe presentar su recibo de cancelación y factura. En el caso de las prendas que provienen de las diferentes sucursales, estas son enviadas a la sucursal de procedencia. A continuación se presenta el formato elaborado por DRY CLEAN U.S.A. Para el proceso de lavado en seco. El mismo contiene los elementos requeridos por la norma ISO 9001, para la implementación de un sistema de Gestión de Calidad.

#### 4.4.2. Definición de actividades y subproceso

Las actividades implicadas en el proceso de producción de DRY CLEAN U.S.A. fue estructurado en la tabla 1, considerando los sub proceso para cada una de las ocho actividades.

**Tabla: 1.** *Sub-procesos y actividades*

SUBPROCESOS ACTIVIDADES	
1) Recogida y transporte de ropa	1.1. Recogida
	1.2. Transporte a la planta central
2) Recepción y clasificación de la ropa	2.1. Recepción de la ropa
	2.2. Inspección de la ropa
	2.3. Clasificación la ropa
3) Tratamiento especial de manchas	3.1. Limpieza a mano de manchas
4) Lavado	4.1 Lavadora
	4.2. Sub clasificación
5) Planchado	5.1. Planchado y plegado a mano
	5.2. Planchado ropa lisa pequeña
	5.3. Planchado ropa lisa grande
6) Costura y repasado de la ropa	6.1. Costura y repasado de ropa
7) Ubicación de la ropa limpia	7.1. Clasificación
	7.2. Control
	7.3. Empaquetado
	7.4. Almacenamiento en el carrusel
8) Transporte a su destino	8.1. Introducción en los vehículos
	8.2. Distribución a las sucursales

*Fuente: Elaboración propia<sup>3</sup>.*

---

<sup>3</sup> Basada en la información proporcionada por la Gerencia de Operaciones.

### 4.4.3. Mapa de proceso

Como complemento al formato del sub-proceso y actividades, presentados en la tabla 1, se elaboró el mapa del proceso para el lavado en seco, de modo que se puedan facilitar la comprensión del mismo. Esta condición es fundamental para la identificación de oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía.

**Figura 3.** Mapa de proceso del lavado en seco.



Fuente: Elaboración propia.<sup>4</sup>

El mapa de proceso representado en la figura 3., detalla las entradas de la materia prima, las directrices, los recursos y salidas del proceso de lavado en seco.

<sup>4</sup> Basada en las inspecciones realizadas al proceso.

El siguiente formato detalla el procedimiento, como se realiza las actividades del proceso de lavado en seco de DRY CLEAN U.S. Este formato nos ayuda a simplificar y ordenar las partes del proceso.

**Tabla 2.** Ficha de proceso operativa

	<b>FICHA DE PROCESOS</b>		<b>CÓDIGO: 081116-1</b>
	<b>PROCESO: Lavado de ropa en seco</b>		<b>FECHA: 08/11/2016</b>
			<b>REVISIÓN: 00</b>
<b>OBJETIVO O MISIÓN DEL PROCESO:</b>  Ejecutar las actividades: recepción, clasificación, control, lavado en seco, planchado a vapor y seguimiento de las prendas de vestir de los clientes de DRY CLEAN U.S.A.		<b>RESPONSABLE O PROPIETARIO: Gerente de operaciones</b>	
<b>ACTIVIDADES QUE FORMAN PARTE DEL PROCESO</b>			
1- Recepción 2- Evaluación de estado 3- Clasificación 4- Reparación / desmanche 5- Etiquetado 6- Lavado		7- Sub- Clasificación 8- Planchado 9- Inspección de calidad 10- Empaque 11- Entrega al cliente	
<b>ENTRADA:</b> Necesidad del cliente para lavar su ropa (ropa sucia )			
<b>PROVEEDORES :</b> Clientes directos y sucursales de DRY CLEAN U.S.A.			
<b>Comienza:</b> Inicia con la recepción de las piezas, detallando en una ficha las características de las piezas y los datos del cliente <b>Incluye:</b> Lavado y planchado de piezas en seco <b>Termina:</b> Entrega de la pieza al cliente <b>SALIDA:</b> Ropa limpia y empacada			
<b>SEGUIMIENTO DEL PROCESO</b>			
<b>INDICADORES</b>	<b>ESTÁNDAR</b>	<b>FORMATOS/REGISTROS:</b>	
1- Cantidad de reclamos	700 piezas diarias	Formatos de reclamos / devoluciones	
2- Cantidad de piezas recepcionadas	No existe		
3- Grado de satisfacción del cliente	No existe		
4- % de cumplimiento de entrega en tiempo y forma	No existe		
<b>¿QUIÉN?</b>	<b>¿CUÁNDO?</b>	<b>¿CÓMO?</b>	
Responsable de calidad	Mensual	Informe	

Fuente: Elaboración propia.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Basada en inspección realizada al proceso, e información facilitada por los operarios y el gerente de operaciones.

## **4.5. Metodología para la Auditoría Energética**

### **4.5.1. Generalidades**

Para la buena ejecución de una auditoría energética, una vez pactado el objeto y el alcance, con la alta dirección de la empresa se debe:

1. Establecer canales de comunicación con interlocutores designados de la organización y del auditor para asegurar la buena transmisión de datos e información.
2. El personal designado por la organización debe conocer y tener acceso a todas las instalaciones.
3. Solicitar por escrito a la organización la relación de información, datos y documentos necesarios para la ejecución de la auditoría y pactar las fechas de entrega.
4. Establecer un programa de trabajo pactado entre la organización y el auditor incluyendo las posibles entrevistas con el personal.
5. Realizar las medidas in situ, si procede, con conocimiento y acuerdo previo de la organización, contemplando las necesarias medidas de seguridad.
6. Elaborar y entregar un informe de la auditoría energética.

La metodología propuesta para la realización de las auditorías, es decir, los pasos a ejecutar para conseguir los objetivos se pueden resumir en:

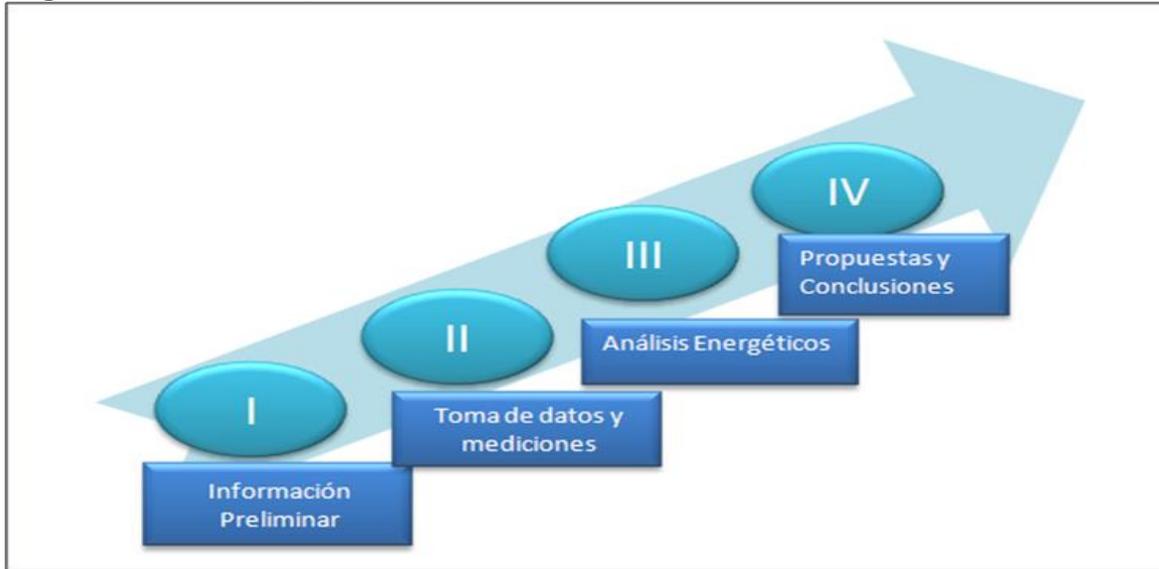
Caracterizar la empresa, es decir, cuánta energía consume, dónde y cómo, e identificar y evaluar medidas de ahorro y eficiencia energética, así como facilitar la toma de decisiones en la empresa con respecto a su ejecución.

La metodología consta de:

1. Análisis progresivo que revela dónde y cómo se usa la energía en las instalaciones.

2. Evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo específico de la energía en un establecimiento, de manera rentable y sin afectar la cantidad y la calidad del producto.

**Figura 4:** La metodología propuesta a la hora de auditar una fábrica está dividida en 4 pasos:



Fuente: Elaboración propia.<sup>6</sup>

- I. Información Preliminar:** La empresa auditada proporciona la información necesaria, para poder conocer sus instalaciones, sistema productivo y realizar una buena preparación y organización del trabajo.
- II. Toma de Datos y Mediciones:** Recopilación de toda la información y datos de la fábrica necesarios para la auditoria mediante la toma de datos, mediciones puntuales y mediciones durante periodos representativos.
- III. Análisis Energéticos:** Análisis energéticos, lo cuales se obtiene una fotografía de la situación energética actual de la fábrica auditada, en la que se pueden identificar deficiencias y aéreas de oportunidad que ofrecen un potencial ahorro tanto por mejora de su uso como por el cambio de las instalaciones.

---

<sup>6</sup> Basada en la Norma Requisitos para Auditoria Energéticas NTON 10 002-13

**IV. Propuestas y conclusiones:** Por último, se proponen las mejoras y actuaciones más adecuadas que puedan llevarse a cabo en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética de la empresa y alcanzar los objetivos, valorando el ahorro que ocasionan, la inversión, el periodo de amortización con las posibles subvenciones aplicables en cada caso.

#### **4.5.2 Información Preliminar**

Es el punto de partida y tiene lugar antes de las visitas que se realizan a la empresa auditada y se realiza en la oficina, con el objetivo de asegurar que el equipo dispone de la información necesaria para realizar una buena preparación y organización de los trabajos.

Se deberán revisar todos los antecedentes y juntar toda la información disponible sobre las instalaciones, para poder hacer una planificación adecuada del trabajo. También se deberá coordinar la cooperación con la fábrica auditada explicándole en que va a consistir la auditoria y solicitar la siguiente información preliminar.

El siguiente formato enlista la información requerida para realizar la Auditoria Energética.

**Tabla: 3.** Lista de verificación (check list) para la recepción de información preliminar

Formato de información preliminar		
Información requerida	EXISTE	
	SI	NO
1. Datos Generales y de contacto en la fábrica, puesta en marcha de la fábrica		
2. Número de empleados, distribución de trabajo, turnos y horarios, calendario laboral		
3 . Planos de la Fábrica		
a) Planta y oficinas		
b) Conductos de refrigeración, climatización, Agua.		
c) Conductos de distribución de Vapor, Aceite térmico, Agua sobrecalentada		
d) Conductos de distribución de Aire comprimido		
e) Instalaciones térmicas		
f) Iluminación		
3. Inventario de la luminarias y lámparas de alumbrado		
4. Descripción del proceso productivo		
5 Listado del equipamiento instalado		
6. Electricidad, Gas, etc.		
7 Esquemas unifilares eléctricos		
8 Datos de producción de los distintos procesos		
9 Información histórica de las facturas de los suministradores de energía		

Fuente: *Elaboración Propia*

En muchas ocasiones conviene completar esta información con una visita previa con la que no solo se consigue esto, sino que se mejora la coordinación con la empresa y se puede obtener información de primera mano del funcionamiento real de la misma.

Con esta información se puede proceder a realizar la planificación de los trabajos que maximicen el aprovechamiento del tiempo de la realización de la Auditoria.

### **4.5.3 Toma de datos y Mediciones**

Una vez analizada la información preliminar se determinó que información era necesaria para completar todos los datos, para determinar la situación energética actual de la empresa, identificar y evaluar las mejoras propuestas encaminadas a alcanzar la eficiencia energética.

Una vez determinados los datos y las mediciones, fue conveniente facilitar al cliente un programa de visitas y de mediciones. Este programa preliminar fue redefinido a medida que avanza la auditoría, tras la realización de varias visitas a las instalaciones, cuando se dispone de un mayor conocimiento de los equipos y su situación en la empresa.

El plan de mediciones se ajustó a las necesidades detectadas, es decir, en ocasiones no se dispone del tiempo o los recursos que quisiéramos para poder tomar las medidas necesarias para analizar todos los consumos de todos los equipos o instalaciones, por tanto, deberán realizarse, por ejemplo, estudios de los principales consumidores o de aquellos susceptibles de ser afectados por alguna propuesta de mejora, con objeto de evaluar lo más exactamente posible los ahorros alcanzables, tanto energéticos como económicos, y de esta forma hacer un análisis costo-beneficio ajustado a la realidad.

#### **4.5.3.1. Toma de datos**

La toma de datos se realizó mediante la recopilación de información, tanto de la documentación facilitada por el personal de la empresa, como la obtenida a través de visitas a las instalaciones. Asimismo, fue de vital importancia inventariar los principales equipos energéticos existentes, junto con una descripción del estado de las instalaciones, en la que se podrá incluir, el plan el mantenimiento realizado en cada uno.

A continuación, se incluyen listados de la información recopilada, parte de esta información facilitada durante las visitas a empresa.

Los siguientes formatos enlistan la información complementaria para la toma de datos.

**Tabla: 4** Lista de verificación para la recepción de información correspondiente a los suministros energéticos

<b>Formato de información</b>		
<b>Suministros Energéticos</b>	<b>EXISTE</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. Facturas de los suministro energéticos		
2. Curvas de carga cuarto horarias de consumo eléctrico, de gas y de otros combustibles si se dispone de este tipo de medidas.		
3. Consumos parciales eléctricos, gas y otros combustibles		
<b>En procesos importantes o grandes equipos consumidores en los que puedan existir contadores parciales o un sistema de monitorización.</b>		
1. Plano de distribución de fuerza de la planta		
2. Esquemas, Planos de redes, interruptores de MT y BT		
3. Disposición de los centros de transformación		
4. Canalizaciones eléctricas y de gas principales		
5. Red de monitorización de consumos eléctricos si existe Etc.		
<b>Sistemas productivos</b>		
1. Diagramas de flujo de materias primas y productos		
2. Descripción de funcionamiento y operación del procesos		
3. Listado e inventario de grandes consumidores		
4. Listado de subprocesos dentro del proceso		
5. Características técnicas nominales de los grandes consumidores de energía		
6. Estado general de la planta y de los grandes consumidores que participan en el proceso		
7. Descriptivos de funcionamiento de grandes consumidores, sistemas térmicos y subprocesos		

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla: 5.** Lista de verificación para la recepción de información correspondiente a los suministros energético

<b>Formato de información</b>		
<b>Tecnologías Horizontales</b>	<b>EXISTE</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. Plano de alumbrado de las naves de producción		
2. Plano de alumbrado de los almacenes		
3. Plano de alumbrado de las oficinas		
4. Plano de alumbrado de zonas exteriores y aparcamientos si existen		
5. Inventario de todas las lámparas y luminarias de la planta incluyendo las naves de proceso, los almacenes y las oficinas Inventario de los sistemas de encendido y de todos los dispositivos de regulación y control de la iluminación		
6. Sectorización de la Iluminación de las naves de producción, almacenes, oficina		
7. Consigna de horarios y/o protocolo de uso		
<b>Calor industrial (Generación de calor: caldera)</b>		
1. Plano del sistema de producción de potencia		
2. Diagrama de flujo del sistema de producción de potencia		
3. Listado de los principales equipos y auxiliares del sistema de producción de potencia		
4. Características técnicas nominales de los equipos principales y auxiliares del sistema de producción de potencia		
5.Red de transporte: redes de vapor, agua sobrecalentada, etc.		
6. Planos y esquemas de las redes de transporte		
7. Plano de implantación de equipos		
8. Características técnicas de equipos		
9. Descriptivo de funcionamiento de los equipos		
<b>Aire comprimido</b>		
1. Plano de instalación en central. Diagrama de flujo		
2.Plano de la red general de aire comprimido y de implantación de equipos		
3. Descriptivos de funcionamiento de equipos generadores		
4. Lista o inventario de equipos consumidores de energía		
5. Características técnicas de equipos generadores y resto de equipos		

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.5.3.1. Mediciones eléctricas

Las mediciones eléctricas realizadas en la empresa se exponen en la tabla 6

**Tabla: 6** *Formato de mediciones eléctricas*

<b>Formato de mediciones</b>		
<b>Mediciones eléctricas</b>	Realizada	
	SI	NO
Suministro energético		
1. Se mide la acometida general de la planta		
2. Sistema productivo		
4. Subprocesos: Se miden de forma conjunto todos los elementos de bajo consumo de un mismo subproceso		
5. Grandes Consumidores: Se mide el consumo de forma individual de los grandes consumidores de energía como: inyectoras, prensas, bombas, etc.		
6. Sistemas térmicos: Se mide el consumo eléctrico de hornos, secadoras, etc.		
7. Tecnologías horizontales		
8. Iluminación: Se mide el consumo de forma conjunta todas las luminarias que estén dentro de un mismo sector, dentro de la sectorización que exista en la fabrica		
9. Calor industrial: Por un lado se mide el conjunto de los equipos de generación de calor con su auxiliares y por otro de forma individual o en conjunto los consumidores		
10. Aire comprimido: se mide cada compresor existente , las posibles secadoras y resto de auxiliares		

*Fuente: Elaboración propia*

Estas mediciones se analizan posteriormente comparándolas con la producción o los horarios establecidos que existan y junto con la distribución del precio sacado a partir de las facturas obtenemos ratios, como el consumo unitario o costos unitarios que nos servirán para determinar las oportunidades de ahorro existentes.

#### 4.5.4. Niveles de iluminación

Se midieron los niveles de iluminación de toda la fábrica incluyendo no solo el área de productiva sino también oficinas, almacenes y edificios auxiliares como pueda ser la sala de caldera.

##### 4.5.4.1. Método de medición

El número mínimo de puntos a considerar dentro del área que queramos evaluar dependerá del índice del local (K) y de la obtención de un reparto cuadrulado simétrico.

La influencia que tiene las dimensiones del local sobre el rendimiento de las luminarias viene dada por este índice K, que se calcula mediante las siguientes expresiones:

En el caso de que la emisión de flujo luminoso de las luminarias sea directa, predominantemente directo y uniforme:

$$K = L * A / H * (L + A).$$

En el caso de las luminarias sean indirectas y predominantemente indirectas:

$$K = 3 * L * A / 2 * H' * (L + A).$$

En donde:

L = longitud del local

A = anchura del local

H = distancia entre el plano de trabajo (generalmente se considera 0,85 m sobre el suelo<sup>7</sup>) y el plano horizontal de las luminarias emplazadas colgadas del techo, aproximadas a éste o empotradas en el mismo.

---

<sup>7</sup> El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo. REAL DECRETO 486/1997. (Normativa Española)

H' = distancia entre el plano de trabajo (0,85 m sobre el nivel del suelo) y el techo del local a iluminar.

El número de puntos mínimos a medir será:

$K < 1 = 4$  puntos

$K \geq 1$  y  $< 2 = 9$  puntos

$K \geq 2$  y  $< 3 = 16$  puntos

$K \geq 3 = 25$  puntos

Por tanto, fue necesario antes de realizar las mediciones de iluminancia, conocer las dimensiones de las salas y estancias, así como la altura a la que están situadas las luminarias del plano de trabajo, para posteriormente calcular el índice K de cada local y realizar la distribución simétrica de los puntos a medir sobre plano de las salas y determinar así el lugar donde se debe realizar la medición.

Estas mediciones se realizaron durante los periodos más representativos de de la jornada laboral, por lo que se debe conocer la política que sigue la empresa en la iluminación en caso de que exista.

#### **4.5.5. Otras mediciones**

Además de las mediciones mencionadas también se tomaron todas las mediciones que se consideraron oportunas para el desarrollo de la auditoria como mediciones de tiempo, temperatura, presión y humedad. Ejemplo el tiempo de descarga y funcionamiento en compresores para cuantificar sus fugas o temperaturas del interior de cámaras, evaporadores y condensadores.

#### **4.5.5.1. Aspectos generales a considerados durante toma de datos y mediciones in situ**

- Quienes mejor conocen la empresa son los propios clientes o encargados de mantenimiento. Por lo que hablar con ellos sobre el funcionamiento de su planta o de las posibles deficiencias existentes fue de lo más provechoso.
- Se solicitó que durante las visitas a las instalaciones, durante el tiempo en el que el personal encargado tiene que atender al auditor no puede ejecutar su trabajo habitual.
- En ocasiones el personal no se mostró muy participativos, y se elaboró una minuta de informe a sus superiores, sobre los obstáculos identificados y se solicitó apoyo para el trabajo que están realizando y comentarle las ventajas que va a obtener su empresa mediante la realización del estudio.

Es de vital importancia el que la alta dirección de la empresa ponga al auditor en contacto con las personas adecuadas para obtener la mayor cantidad de información posible acerca del funcionamiento de la industria para un conocimiento más profundo de la misma. Una técnica utilizada para que la alta dirección sepa con quién tiene que poner en contacto al auditor es explicándole en qué consiste la auditoría energética, qué actuaciones se van a llevar a cabo y de qué manera será realizadas, es decir, contar cuestiones prácticas: “Voy a mirar todos los paneles eléctricos”, “Voy a visitar la sala de calderas y realizaré análisis de humos de combustión y tomaré medidas de temperaturas con un termómetro”, por ejemplo.

- Es aconsejable que una persona encargada del mantenimiento acompañe al auditor, para mostrar la localización de los puntos de medida (por ejemplo, donde están ubicados los paneles principales) o para comprobar que no se ejecute ninguna acción que pueda dañar las instalaciones.
- Se comentó con la alta dirección de la empresa otra serie de consideraciones prácticas en el caso de que las medidas o la toma de datos implique la interrupción de algún proceso o inconveniente al funcionamiento normal de la planta.
- Otra actividad a llevar a cabo en la toma de información in situ en la empresa fue la de contrastar la información facilitada por el personal, en especial si esta información es cualitativa, con otros operarios, con la persona responsable de operaciones, etc. En ocasiones se responden por responder para no admitir que no sabe exactamente cómo funciona o de qué les estás hablando.
- El personal del grupo auditor debe cumplir con la Normativa Legal Vigente en materia de Seguridad y Salud y durante los trabajos impuestos por la empresa auditada. También deberá cumplirse con la legislación ambiental y cuantas normas y procedimientos ambientales vigentes.
- En el caso de los trabajos en paneles eléctricos con tensión, como es el caso de la instalación de analizadores de redes en los paneles, normalmente no se apagaron los interruptores a la hora de colocar el equipo, pero se aseguró de que la persona que coloca el equipo es una persona calificada que ha recibido la formación en materia de prevención y salud necesaria y que además dispone de todos los EPP<sup>8</sup> (guantes, gafas, alfombra dieléctrica, botas de seguridad, etc.), generalmente del área de mantenimiento eléctrico de la empresa.

---

<sup>8</sup> Equipos de protección personal

- En varias ocasiones, para tener valores representativos en las mediciones se tomaron dichas medidas en más de un día, y el periodo de medición incluyó también fines de semana o días festivos, si varía el régimen de funcionamiento de la planta o de la instalación en función del día, o incluso tomó en cuenta en función de la temporada y la estacionalidad.

Una vez realizado el estudio tanto de los suministros energéticos de la industria como de sus instalaciones y su estado, se desarrolló el análisis energético de la empresa: distribuyendo el total de la energía consumida en función de la fuente energética y los consumos de cada suministro entre los diferentes equipos e instalaciones consumidoras.

Asimismo, se calculan una serie de relaciones energéticas, que vinculan el consumo de la empresa durante un periodo con algún parámetro representativo, como puede ser la cantidad de materia prima procesada o la cantidad de producto elaborado.

Como fin último de la Auditoría:

- Se identifican aquellas áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
- Se proponen las actuaciones de ahorro y eficiencia energética pertinentes y se determinan y evalúan económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables, analizando las relaciones entre los costos y los beneficios.

#### **4.5.6. Análisis energéticos**

Con los datos recopilados se procedió a la elaboración de un diagnóstico que permitió conocer la situación actual en cuanto a consumos y optimizar los equipos y procesos de la empresa de cara al ahorro energético. Incluyendo los siguientes puntos:

1. Cálculo de los balances de materia y energía.
2. Cálculo de rendimientos y consumos específicos.
3. Descripción de los sistemas utilizados, indicando las características, adecuación tecnológica, consumos, pérdidas y rendimientos de los diferentes equipos, procesos e instalaciones.
4. Nivel de servicio, analizando la sobreutilización o infrautilización de las instalaciones respecto a su nivel óptimo.

#### 4.5.6.1. Suministros energéticos

Los suministros energéticos comprenden las fuentes de energía, la negociación con los proveedores del suministro, en este caso la Distribuidora Disnorte - Dissur (DN-DS), la recepción y el control de los pedidos, y si procede, su almacenamiento y distribución (En el caso del GLP)

Se analizaron los suministros energéticos de la empresa DRY CLEAN U.S.A. mediante el estudio de la estructura del aprovisionamiento energético, que vendrá condicionada tanto por factores externos como por factores internos, obtenidos a partir de la información recopilada y las mediciones efectuadas.

**Tabla.7** Factores externos e internos del aprovisionamiento de los energéticos

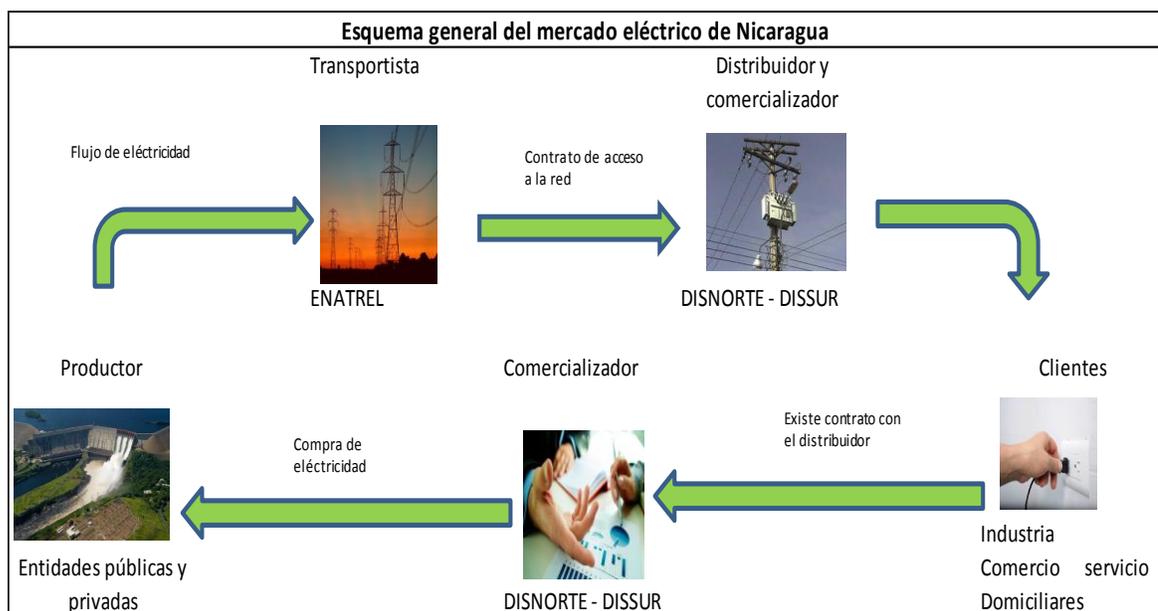
Factores externos a la empresa	Factores internos a la empresa
Disponibilidad del combustible	Estructura de consumo de la empresa
Precio	Viabilidad técnica del cambio de equipos
Costes de preparación y mantenimiento	Espacio disponible en la empresa
Calidad	Utilización de energías alternativas
Fiabilidad del suministro	Sustitución de fuentes de energía por otras convencionales
Ubicación geográfica y vías de acceso	Implantación de nuevas tecnologías

*Fuente: Elaboración propia*

- **Electricidad**

Se analizaron las facturas, contrato del servicio y las lecturas del equipo de medición de energía de la empresa, para conocer las condiciones actuales y poder optimizarlas, para ello fue necesario conocer la legislación actual del Diseño de un Sistema de Gestión de la energía en la empresa DRY CLEAN USA. Página

mercado eléctrico, especialmente el pliego tarifario determinado por el ente regulador (INE), ya que son clientes de directos de DISNORTE-DISSUR, empresa distribuidora con la mayor concesión para distribuir energía en Nicaragua.



**Figura 5.** Esquema general del mercado eléctrico de Nicaragua. Fuente de elaboración propia.

Las actividades del sector eléctrico son reguladas por la Ley de la Industria Eléctrica (Ley No 272). Todas las leyes y normativas referentes al uso, consumo y Eficiencia Energética están compiladas en el apartado: Revisión de los requisitos legales y reglamentarios.

Actualmente el precio de la electricidad en el mercado mayorista tiene dos componentes:

**Peaje:** Uso de las redes de trasmisión, mediante un precio regulado

**Energía:** Precio regulado por INE mediante un pliego tarifario actualizado mensualmente.

El consumidor final contrata servicio con la distribuidora mediante un precio establecido por el ente regulador.

- **Tarifas de peaje**

Para garantizar el transporte de la energía desde las centrales de generación hasta los centros de distribución, la Empresa Nicaragüense de Transmisión Eléctrica (ENATREL) realiza el mantenimiento y operación de 2,189.17 km de líneas de alta tensión y 79 subestaciones.

Distribuidas a nivel nacional, cumpliendo con la Ley Creadora de ENATREL (Ley 583) y la Ley de la Industria Eléctrica, también con sus normativas de transporte y operación.

Para llevar a cabo esta función ENATREL cuenta con una licencia de transmisión y recibe un peaje de US\$ 6.37 por MWh, ambos autorizados por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE). El peaje es considerado como la remuneración por la prestación del servicio de transporte energético.

- **Tipos de tarifas de energía eléctrica para los diferentes rubros de consumo**

El precio de la energía se cobra de acuerdo al uso final de la misma, están condicionadas por la demanda de potencia y el nivel de tensión.

La siguiente tabla detalla la estructura de las diferentes tarifas en baja tensión para los sectores: Industria, servicio, residencial. Los precios son regulados y ajustados cada cinco años por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

**Tabla. 8** Estructura de las tarifas de energía en baja tensión

<b>INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR</b>						
<b>TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE ENERO DEL 2017</b>						
<b>AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR</b>						
<b>BAJA TENSION (120,240 y 480 V)</b>						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)	
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.4152		
			Siguientes 25 kWh	5.2030		
			Siguientes 50 kWh	5.4494		
			Siguientes 50 kWh	7.2020		
			Siguientes 350 kWh	6.7918		
			Siguientes 500 kWh	10.7876		
		Adicionales a 1000 kWh	12.2909			
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	<b>TARIFA MONOMIA</b>			
			0-150 kWh	4.5242		
			> 150 kWh	7.0616		
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
			Todos los kWh	5.2934		
			kW de Demanda Máxima		630.9695	
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	<b>TARIFA MONOMIA</b>			
			Todos los kWh	6.1676		
		T-3A	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
			Todos los kWh	4.3503		
			kW de Demanda Máxima		579.4412	
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
			Todos los kWh	4.7964		
			kW de Demanda Máxima		571.7528	
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
			Todos los kWh	4.9526		
			kW de Demanda Máxima		545.5306	
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	<b>TARIFA MONOMIA</b>			
				Todos los kWh	5.4160	
		T-6A	<b>TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
			Todos los kWh	3.9761		
				kW de Demanda Máxima		461.9322
		T-6B	<b>TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL</b>			
Verano Punta	5.2001					
Invierno Punta	5.0311					
Verano Fuera de Punta	3.8480					
		Invierno Fuera de Punta	3.7894			
		Verano Punta		874.4197		
		Invierno Punta		546.1528		
		Verano Fuera de Punta		0.0000		
		Invierno Fuera de Punta		0.0000		

Fuente: Pliego tarifario elaborado por el ente regulador INE.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Pliego tarifario publicado por el INE el primer día de cada mes

La siguiente tabla detalla los diferentes sectores de demanda de energía eléctrica en media tensión.

**Tabla.9** Estructura de las tarifas de energía en media tensión

<b>TARIFAS DEL SERVICIO ELECTRICO</b> A APLICARSE A PARTIR DEL 01 DE ENERO 2017	
TARIFAS	CODIGO TARIFA
<b>MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)</b>	
<b>GENERAL MAYOR</b> Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centro de Salud Hospitales, etc)	T-2D
	T-2E
<b>INDUSTRIAL MEDIANA</b> Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 KW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D
	T-4E
<b>INDUSTRIAL MAYOR</b> Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D
	T-5E
<b>IRRIGACION</b> Para irrigación de campos agrícolas	T-6C
	T-6D
	T-6E
<b>BOMBEO</b> Para extracción y bombeo de agua potable para suministro público.	T-7C
	T-7D
	T-7E
<b>PEQUEÑAS CONCESIONARIAS</b> Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC

*Fuente: Elaboración propia<sup>10</sup>.*

<sup>10</sup> Basada en el pliego tarifario emitido por el INE.

- **Componentes de la factura de energía eléctrica**

La tarifa de energía eléctrica se compone de dos conceptos principales, demanda de potencia y consumo de energía, en el caso de cargo por factor de potencia se aplica a servicios con medición de reactiva cuando el factor de potencia registrado es ( $< 0.85$ ).

Para este análisis se consideró únicamente los importes de los conceptos principales (energía activa, demanda de potencia, energía reactiva).

- ✓ **Energía:** Importe en Córdoba (C\$) correspondiente al consumo de energía del período, este puede ser mínimo 28 días máximo 33 días.

A continuación, se detalla el cálculo para determinar el importe energía activa, este cálculo aplica para todas las tarifas de energía exceptuando la tarifa domiciliar.

**Ejemplo:** este caso con tarifa T2 General Mayor con consumo de kW = 10,150 y demanda kW = 40. Antes de proceder a calcular el monto a cancelar por su servicio de energía eléctrica es importante que tener a mano el pliego tarifario de los meses incluidos en el período de facturación, consumo y verificar los siguientes datos de la factura:

**Tabla.10.** Datos de la factura

Marca del equipo de Medición	ELSTER
Equipo de medición NO	12303398L
Lectura anterior	6523
Lectura actual	14296
Multiplicador	1
Mes facturado	Abril
Días facturados	29
Consumo kWh	7773.00

*Fuente: Elaboración propia<sup>11</sup>.*

- ✓ **Consumo:** Producto de la diferencia entre las lecturas (actual y anterior) obtenidas por el multiplicador  $\text{Consumo} = (3,025\text{kWh} - 2,010\text{ kWh}) * 10 = 10150\text{ kWh}$ .

<sup>11</sup> Obtenida en información de acceso público de DISNORTE-DISSUR.

- ✓ **Período de consumo:** Intervalo de tiempo en el que se ha registrado el consumo facturado en el recibo Período: 29 de abril 2008 al 29 de mayo 2008.
- ✓ **Días facturados:** Número de días naturales del período de facturación y/o consumo. No se incluye el último día del período, del 29 de abril al 29 de mayo: 30 días.
- ✓ **Determinar el consumo promedio diario:** Antes se establecer el período de consumo, hay que identificar qué meses del año están incluidos y cuántos días corresponden a cada uno, abril: 2 días, mayo: 28 días.

Ejemplo: Consumo promedio diario = Consumo / días facturados. = 10150kWh / 30 días = 338.3333.

**Obtener los kWh consumidos en cada mes:** Consumo promedio diario por días de cada mes del período de consumo.

La siguiente tabla detalla los kWh consumidos en cada mes. Para obtener el importe, se multiplica el resultado por los precios del kWh, correspondiente.

**Tabla 11.** *Detalle de los kWh de un período*

Mes	Días	kWh promedio diario	Consumo a facturar kWh
Abril	2	338.33	677
Mayo	28	338.33	9473

*Fuente: Elaboración propia.<sup>12</sup>*

---

<sup>12</sup> *Obtenida en información de acceso público de DISNORTE-DISSUR.*

La siguiente tabla detalla el cálculo del importe por consumo de ambos meses

**Tabla 12:** *Cálculo del consumo*

Tarifa : T2 D MT Tarifa General Mayor	kWh	C \$ / k W h
Total (C\$)		
Consumo a facturar con pliego de abril 16 3445.8623	677	5.0899
Consumo a facturar con pliego de mayo 16 47915.3813	9473	5.0581
<b>Importe total Energía = C\$ 3445.86 + C\$ 47915.38= C\$ 51361.24</b>		

Fuente: *Elaboración propia.*

### **Cálculo de importe de Demanda kW:**

El cálculo de la demanda resultado de la diferencia entre las lecturas (actual y anterior) multiplicadas por el precio de la tarifa correspondiente al mes facturado.

**Tabla 13:** *Calculo del importe de la demanda.*

Lectura Anterior kWh	Lectura Actual kWh	Multiplicador	Consumo	Precio C\$	Total C\$
720	760	1	40	743.1512	29726.048

Fuente: *Elaboración DISNORTE-DISSUR*

### **Cálculo del Recargo por bajo factor de potencia:**

Cargo por factor de potencia. Este término se aplica sólo a servicios con medición de reactiva, para tarifas generalmente industriales, cuando el factor de potencia registrado es menor de 0.85.

**Tabla 14.** Ejemplo del cálculo del cargo por factor de potencia

<b>Cálculo del Recargo por bajo factor de Potencia.</b>	
Recargo f.p= (Importe Energía Activa (Punta+Valle)+ Importe de Demanda)*(f.p.permitido- p.registrado)	
f.p.registrado= $\cos(\tan^{-1}(\text{kVARH/kWh}))$	
	Ejemplo
Importe de Energía Activa (punta+valle) = C\$ 31015.13	
Importe de Demanda = C\$18124.39	
Factor de potencia permitido (f.p.permitido) 0.85	
Factor de potencia registrado (f.p.registrado) 0.84	
Penalización por bajo = C\$ 491.40	

Fuente: *Elaboración propia*

- **Suministro eléctrico de DRY CLEAN U.S.A.**

Se analizó el suministro eléctrico de DRY CLEAN U.S.A. para determinar las condiciones actuales de contratación:

1. Empresa comercializadora
2. Tipo de tarifa
3. Potencias Contratadas
4. Término de potencia facturado
- ✓ Potencia facturada (para tarifas T4 BT S/MH)
- ✓ Exceso de potencia (para tarifas T4 BT S/MH)
5. Energía reactiva

Una vez determinadas las condiciones actuales, a partir de las curvas cuarto horarias del contador, las facturas y las mediciones eléctricas realizadas, se estudiaron las distintas posibilidades que optimicen las condiciones de contratación, mediante:

- ✓ Elección de la tensión adecuada: En suministros de cierto tamaño, en general por encima de los 25 kW contratados, y en función de las condiciones técnicas establecidas por la empresa distribuidora, puede concertarse el suministro en baja o alta tensión. En estos casos habrá que valorar, en función del volumen de consumo previsto, la conveniencia de una u otra tensión. El término de demanda para las tarifas en media tensión son más baratas que en baja tensión.
- ✓ Elección de la tarifa: Básicamente en función del nivel de utilización del suministro.
- ✓ Elección de potencia: En función de los receptores instalados y el uso simultáneo de los mismos que se prevea.
- ✓ Es importante ajustar la potencia contratada a las necesidades reales, la contratación de potencia inferior a la real implica:
  - a. Posible desconexión del suministro en caso de control por I.C.P
  - b. Aplicación de recargos importantes.

**Compensación de reactiva:** El consumo de reactiva depende básicamente del número de inductancias existentes en la instalación (motores). En la factura viene detallado el porcentaje de recargo (%) / descuento por este concepto y su importe, para Nicaragua el factor de potencia mínimo es de 0.85, en el caso que sea inferior incurre en una penalización.

- **Suministro de Gas**

En el aprovisionamiento de gas, al estar en un escenario de libre mercado, las empresas pueden acudir al suministrador que crean más adecuado. Los criterios de selección suelen ser precio, calidad y fiabilidad, generalmente en ese mismo orden.

#### **4.5.7. Sistema Productivo**

##### **Situación Actual**

Se describe la situación actual de cada proceso que exista en el sistema productivo normalmente mediante la:

- Representación en un plano o esquemático del proceso identificando subprocesos, grandes consumidores y sistemas térmicos que presenta desde que entra la materia prima y sale el producto elaborado.
- Descripción del funcionamiento del proceso global y particular de subprocesos, grandes consumidores y sistemas térmicos especificando parámetros de consigna, horarios de trabajo, mantenimiento, etc.
- Características técnicas y particularidades de los principales equipos.

##### **4.5.7.1. Análisis eléctrico**

El perfil de consumo obtenido en las mediciones realizadas, en los elementos del sistema productivo, como, subprocesos, grandes consumidores y sistemas térmicos (calderas y secadoras), combinado con los datos de producción correspondiente y la distribución del precio de la electricidad en el tiempo obtenido a partir facturas eléctricas, podemos obtener:

- Evolución temporal del consumo y costo de la electricidad.
- Diferencias de consumo y costo entre distintos periodos.
- Consumo específico y costo específico: Consumo y costo por unidad producida, materia prima consumida, etc. y su variación en el tiempo. Consumo y costo durante el funcionamiento productivo.
- Consumo y costo en períodos no productivo, en los días festivos, en descansos, mantenimiento y revisiones.
- Consumo y costos en el pico los de arrancada.

Del análisis de esta información podemos determinar el correcto consumo que debería tener, así como las diferencias con el observado, las causas, y las mejoras necesarias para lograrlo. También tenemos información del consumo no productivo, generado por distintas causas muchas de ellos evitables.

**Figura. 6** *Análisis de datos de DRY CLEAN U.S.A.*



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.5.7.2. Análisis térmico**

En este apartado se analiza la eficiencia térmica de los elementos que generen o consuman calor/frío en el sistema productivo. Equipos con resistencias o quemadores. Consumidores de calor o frío industrial. Calor: Vapor, agua sobrecalentada.

#### **4.5.7.3. Sistemas térmicos**

Se definieron los flujos de calor que existen, determinando el calor aportado o extraído (refrigeración), cuales son las necesidades de calor y/o frío reales, cuales son las pérdidas evitables e inevitables y los flujos residuales que existan por los motivos que sean (ventilación, evacuación de gases, retorno de condensados, etc.) y el posible uso que se pueda hacer de los mismos. Por último, se realizó un diagrama de Sankey de la instalación

También se cuantifican los siguientes parámetros energéticos:

1. Rendimiento térmico
2. Consumo específico (energía consumida por unidad de producto)

3. Coste específico de la producción (coste por unidad de producto). Con el objetivo de estudiar las posibles repercusiones en a la hora de hacer una mejora energética.

#### **4.5.8. Tecnologías horizontales**

##### **4.5.8.1. Situación Actual**

Describimos la situación actual de cada tecnología horizontal normalmente mediante la:

1. Representación en un plano o esquemáticamente la instalación, la distribución e inventario de los elementos y consumidores del proceso.
2. Descripción de la situación actual estado de las instalaciones, funcionamiento, parámetros consigna, necesidades de la tecnología horizontal por parte del sistema productivo..
3. Características técnicas y particularidades de los principales equipos.

##### **4.5.8.2. Sistemas eléctricos**

Al igual que se hizo con en el sistema productivo se estudió el perfil de consumo obtenido en las mediciones realizadas en los elementos consumidores de energía eléctrica de las tecnologías horizontales, se comparó con las necesidades según el periodo horario, es decir su porcentaje de utilización y la distribución del precio de la electricidad en el tiempo obtenido a partir facturas eléctricas, para obtener:

1. Evolución temporal del consumo y costo de la electricidad.
2. Consumo y costo en diferentes porcentajes de utilización
3. Diferencias de consumo y costo entre distintos periodos.
4. Consumo y costo durante el funcionamiento productivo.
5. Consumo y costo en periodos no productivo, en los días festivos, en descansos, mantenimiento y revisiones.
6. Consumo y costo en picos de arrancada.

### 4.5.8.3. Iluminación

- Niveles de iluminación

Para comprobar que las instalaciones de alumbrado cumplen con criterios de confort visual será necesario realizar medidas de iluminancia (luxes) puntuales, para calcular la iluminancia media de cada local.

Gracias a este valor además se podrá comprobar la eficiencia energética de las diferentes instalaciones de alumbrado de cada sala. Un correcto nivel tiene un gran impacto en como una persona realiza la tarea visual de un modo rápido, seguro y confortable.

En este análisis se comparan las mediciones de los niveles de iluminación (Lux) tomadas con el luxómetro, con los valores recomendados en la Ley No. 618 (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo) Iluminación de los lugares de trabajo, para detectar zonas con excesiva o poca iluminación.

Una instalación de alumbrado debería satisfacer los requisitos de iluminación de un espacio particular sin malgastar energía. Sin embargo, es importante no comprometer ni los aspectos visuales de una instalación de iluminación simplemente para reducir el consumo de energía.

La Norma Ministerial en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo no categoriza los niveles de iluminación para lavanderías en seco, sin embargo, se toma como referencia el sector de maquilas de prendas de vestir en Nicaragua, por su similitud de proceso.

De acuerdo a lo antes expuesto, los niveles de iluminación artificial de la planta de operaciones están por debajo del límite de iluminación establecido en la Ley No. 618 (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo). A continuación, se presentan los artículos (100 y 101) relacionados a los niveles de iluminación en los lugares de trabajo:

- Iluminación

Artículo 100. “La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de unas condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular y desarrollar sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud así como de terceros con un confort visual aceptable, conforme a las disposiciones contenidas en el anexo 2 de la Norma Ministerial sobre Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo, La Gaceta, Diario Oficial, No. 146 del 3 Agosto del 2001” (Ministerio del trabajo, 2008).

Artículo 101. Los límites de iluminación permisibles en los lugares de trabajo en las empresas maquiladoras de prendas de vestir quedan establecidos en las siguientes áreas de trabajo.

Los valores recomendados de los niveles de iluminación o iluminancia para el sector industrial (Empresas maquiladoras de prendas de vestir) se recogen en la tabla 15.

**Tabla 15.** Niveles de iluminación en los puestos de trabajos

ÁREAS DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO PERMITIDO	
	ILUMINACIONES (LUX)	
	CLAROS	OSCUROS
Planchado	500	700
Líneas de Ensamble	500	700
Inspección	700	1000
Corte	500	700
Deshilache	700	1000
Lavandería	300	---
Secado	300	---
Calderas	300	---
Limpieza	700	1000
Empaque	300	---
Bodegas: Insumo	200	---
Rollos	100	---
Mantenimiento	500	---

Fuente: Norma Ministerial sobre Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo

Los valores dados en la tabla son los niveles de iluminación mantenidas en el área de tarea sobre la superficie de referencia que puede ser horizontal, vertical o inclinada.

El nivel de iluminación medio para cada tarea no debe caer por debajo del valor dado en la tabla, independientemente de la edad y estado de la instalación. Los valores son válidos para condiciones visuales normales y tienen en cuenta los siguientes factores:

- Aspectos psico-fisiológicos tales como el confort visual y el bienestar
- Requisitos para tareas visuales
- Ergonomía visual
- Experiencia práctica
- Seguridad
- Economía

#### **4.5.8.4. Generación y distribución de calor Industrial**

- Generación de calor

La producción de calor en una caldera se produce mediante la liberación de energía térmica de un combustible mediante reacción de oxidación (exotérmica) y transferencia a un fluido caloportador.

- Aumento de entalpía de un fluido caloportador (agua/aceite)
- Transferencia de calor al fluido por radiación (2/3) y convección (1/3)
- Generación de vapor (~40% consumo energía países desarrollados).

#### 4.5.8.5. Aire Comprimido

Una planta de aire comprimido consta, generalmente, de los siguientes elementos:

- Instalación de aspiración de aire: en compresores de baja potencia se toma el aire de la propia sala y en los de mayor potencia del exterior, normalmente desde la parte superior de la fábrica.  
Con el fin de disminuir ruidos. A fin de minimizar pérdidas, se requiere un dimensionamiento adecuado respecto a la sección y a la longitud de los conductos, que permita una velocidad del aire del orden de 5 a 7 m/s.
- Filtros de aspiración: para eliminar la presencia de polvo y otras partículas de suciedad, el aire aspirado se hace pasar por un filtro. Los filtros comúnmente utilizados son los de laberinto y los de papel y deben garantizar una adecuada separación y capacidad de acumulación que permita eliminar grandes cantidades de polvo y partículas sin disminuir sensiblemente su capacidad de carga y sin que sea precisa una limpieza excesivamente frecuente del mismo.
- Compresor: El tipo de compresor más habitual en estos sectores es el compresor de tornillo, que consta de dos rotores que comprimen el aire entre los lóbulos helicoidales y las cámaras de los rotores. Uno de los rotores actúa con sus lóbulos macho, consumiendo la mayor parte de la energía de accionamiento necesaria, en torno al 90%, de modo que al girar encaja los lóbulos en los huecos del rotor hembra que consume el 10% restante. Los compresores de tornillo tienen compresión interna y carecen de válvulas.
- Secadora: Previo al depósito de acumulación y después de la salida de aire al compresor, se suele situar un refrigerador que consigue precipitar parte de la humedad y del aceite arrastrado por el aire, siendo eliminado mediante el drenaje inferior del equipo. La

refrigeración del aire comprimido puede realizarse mediante el uso de agua o aire.

- Depósitos de aire: El aire comprimido y refrigerado es almacenado en un depósito que permita satisfacer las puntas de demanda superiores a la capacidad del compresor, así como recoger posibles residuos de condensado y aceite y evitar ciclos de carga y descarga en el compresor demasiado cortos. Al tratarse de un recipiente a presión debe estar dotado de los elementos de seguridad necesarios, entre los que destaca una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula de drenaje.
- Válvulas de seguridad. Se debe dotar al compresor de un sistema de alivio a fin de limitar la presión de descarga a un valor máximo.

#### **4.5.9. Propuestas y conclusiones**

Una vez conocidos los consumos y realizado el balance energético de los distintos equipos, se determinan los ahorros potenciales de energía a través de, por ejemplo, la revisión de los procesos, la instalación de nuevos equipos que sustituyan a los que se están utilizando, el aprovechamiento de calores residuales, el establecimiento de las condiciones óptimas de trabajo de los equipos, etc.

De esta manera se determinan los ahorros potenciales de energía de cada una de las medidas propuestas respecto del total de energía utilizada en la operación, y respecto del total de energía utilizada en la planta.

Se concluirá con un análisis económico de las inversiones a acometer con objeto de lograr los ahorros potenciales propuestos. En él se calculará el periodo de amortización, además de establecer un orden de prioridades para la realización de los proyectos en función de la rentabilidad de los mismos y de la situación financiera de la empresa.

El informe contiene los siguientes apartados:

- Ahorros potenciales, indicando aquellos puntos donde se produce un consumo excesivo de energía donde es posible ahorrarla.
- Mejoras propuestas, que incluirá un programa de mejoras en las instalaciones o la puesta en marcha de nuevos equipos y procesos.
- Análisis de la viabilidad económica, estudiando la rentabilidad de las distintas propuestas, periodo de amortización y prioridad de las mismas.

#### 4.5.10. Análisis de la viabilidad económica

- Análisis Económico a nivel básico

A este nivel de análisis, los parámetros de evaluación no tienen en cuenta el valor del dinero a lo largo del tiempo.

- Tiempo de retorno o período de amortización

Este criterio, definido como el cociente entre la inversión y el ahorro total, puede utilizarse como primera aproximación para el cálculo de la rentabilidad de la inversión, determinando si esta se recuperará en un plazo razonable.

No es posible fijar un periodo de amortización por encima del cual la inversión no sea viable, puesto que éste depende en gran medida de la situación económica de la empresa y de la naturaleza del proyecto. ***A título orientativo puede decirse que si el periodo de retorno supera la mitad de la vida útil de la mejora, la inversión no es rentable.***

Tasa de retorno de la inversión (TRI)

$$TIR = \frac{\text{Ahorro anual} - \text{Depreciación}}{\text{Inversión}} \times 100$$

Como referencia puede decirse que valores del TRI inferiores al 10% desaconsejan una inversión.

#### **4.6. Sistema de Gestión de la Energía**

La administración (también se conocida como gestión) de la energía consiste en un sistema organizacional que permite llevar un control estricto de los consumos y costos de energía, a modo de entender las variables asociadas que afectan dichos consumos y costos, identificar continuamente oportunidades de reducir dichos consumos y costos e implementar y dar seguimiento a las acciones identificadas, en busca de ser energéticamente sostenibles.

Si lo vemos de otra manera la administración de la energía permite a las instituciones administrar la energía similar a otros recursos importantes tales como la finanza, consiste en llevar a cabo las acciones necesarias para tener cierto control de cuanta energía se consume en la empresa y entender a qué se debe esos consumos, implementar acciones para reducir dichos consumos y costos de forma continua.

Todas las organizaciones llevan a cabo una administración de la energía, en un mayor o menor grado. Lo ideal sería que todas las organizaciones estén en nivel avanzado, sin embargo, lograr dicho objetivo es complicado.

Algunas organizaciones pueden alcanzar un nivel alto en motivación, pero carecer de los recursos suficientes para realizar las inversiones a largo plazo en eficiencia energética, por otro lado, una organización puede establecer una política interna, pero la cual no se ha integrado adecuadamente a la organización y se queda solamente en palabras. El proceso de Gestión Energética consiste en fortalecer la capacidad de las organizaciones para administrar sus recursos energéticos eficientemente.

Para emprender un proceso de administración de la energía, se deben realizar diversas actividades, que inician con una planeación y establecimiento de objetivos, luego se realiza una evaluación de planta (auditoría energética), la cual permite identificar y evaluar opciones de mejora tecnológica. Posteriormente, se

procede con la elaboración de un plan de acción, que implemente algunas de las opciones de mejora identificadas.

Dicho plan de acción es ejecutado y se le da seguimiento, para luego realizar una evaluación del proceso. Esto significa que ***la administración energética es un proceso de mejora continua, el cual debe repetirse cíclicamente, establecer nuevas metas, identificar nuevas oportunidades, hacer un plan de acción, ejecutarlo, darle seguimiento y evaluar.***

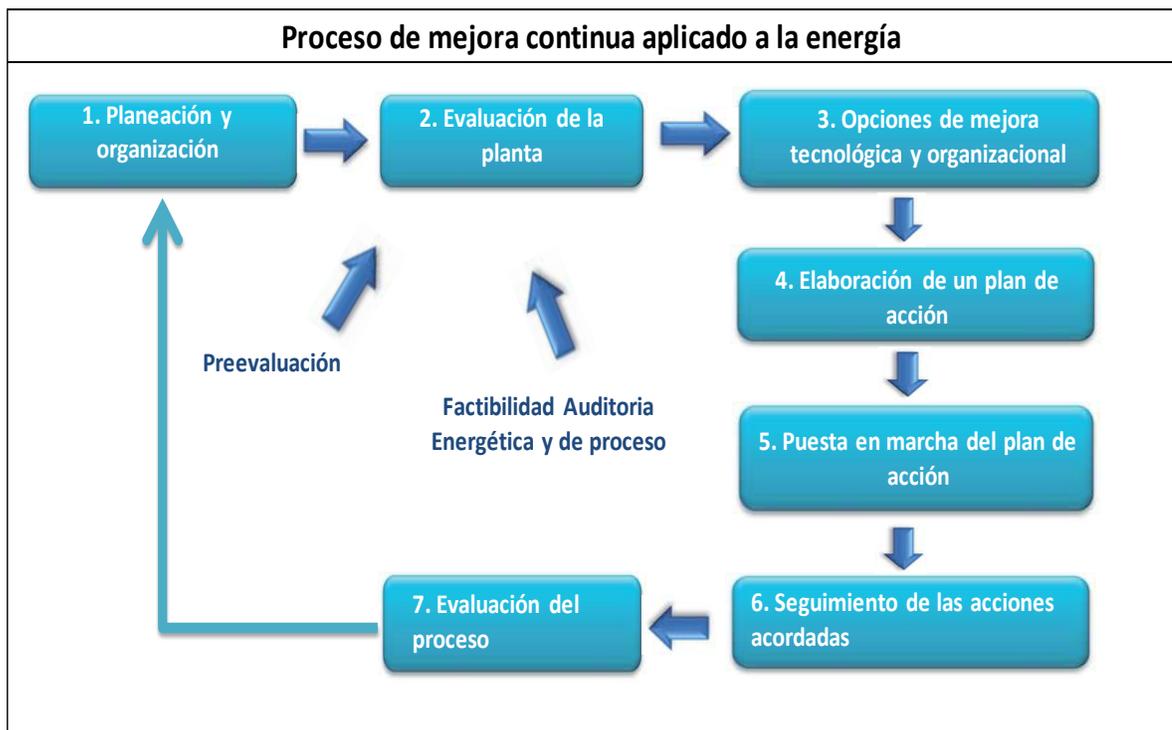
La tabla 16 presenta las distintas áreas que abarca la administración de la energía y describe, además, como se puede partir de un nivel mínimo (0) e ir avanzando hasta llegar a un nivel avanzado (4).

**La tabla 16: Niveles de implementación del SG.**

<b>Nivel</b>	<b>Política Energética</b>	<b>Organización</b>	<b>Motivación</b>	<b>Sistemas de Información</b>	<b>Posicionamiento (evaluación comparativa)</b>	
					<b>Inversión</b>	<b>Inversión</b>
4	La política energética contiene un plan de acción, que incluye todas las áreas de la empresa y, a su vez forma parte de una estrategia de protección al ambiente.	La administración de la energía está totalmente integrada a la estructura administrativa. Existe una delegación clara de responsabilidades para el manejo de energía.	Existe una clara utilización de los canales formales o informales de comunicación. El equipo a cargo de la administración de la energía mantiene comunicación con muchos niveles.	La empresa define los objetivos a partir del análisis de los sistemas que afectan su operación, monitorea el consumo, identifica las fallas, cuantifica los ahorros y da seguimiento a los objetivos.	Se realizan estudios para evaluar la eficiencia energética y el desempeño de la administración de la energía dentro y fuera de la organización.	Se tiene una postura favorable a la inversión en proyectos de ahorro y uso eficiente de la energía; además, se busca utilizar nuevas tecnologías más eficientes.
3	Existe una política energética formal, pero no se tiene el apoyo de los directivos.	Existe un comité de energía, integrado por representantes de cada una de las áreas que componen la empresa.	El comité de energía cuenta con un canal de comunicación principal para mantenerse en contacto con los miembros de la empresa.	Se reportan algunos logros, obtenidos según mediciones hechas, sin embargo, no se reportan de manera efectiva los beneficios a los usuarios.	Existen campañas regulares de concientización sobre el uso de la energía.	Se aplica el mismo criterio de evaluación de proyectos.
2	Existe una política energética poco elaborada, impuesta por el gerente general o por el gerente de mantenimiento.	El encargado de la administración de la energía reporta los resultados a un comité, sin embargo, la línea de mando y responsabilidades no está totalmente definida.	Se tiene contacto con la mayoría de los empleados de la empresa a través de un comité a cargo del gerente general	Se tiene un registro de los consumos de energía y el costo de la misma. Las unidades de energía empiezan a cobrar importancia de la compra de la misma.	Solo se capacita al personal directamente involucrado.	Solo se toma en cuenta la tasa de retorno como criterio para la evaluación de proyectos.
1	Existe una serie de reglas no escritas en cuanto al manejo de la energía en la empresa.	La administración de la energía es una responsabilidad de tiempo parcial a cargo de personal con autoridad o influencia limitada.	Se tiene contacto informal entre los departamentos de ingeniería y algunos empleados.	Los costos se reportan con base en los datos reportados en las facturas. Los ingenieros archivan los reportes para uso interno, sin analizarlos.	Solo existen contactos informales para promover el uso eficiente de la energía.	Solo se autorizan los proyectos de bajo costo.
0	No existen políticas explícitas.	No existe un encargado de la administración de la energía.	No se tiene contacto con los usuarios.	No existe un sistema de información, no se lleva registro del consumo de la energía.	No se promueve la eficiencia energética.	No se invierte en proyectos de eficiencia energética.

*Fuente: Elaboración propia basada en la ISO 50001 (Gestión de la energía).*

Es este proceso cíclico expuesto en la Figura 5, el que garantiza que los ahorros alcanzados sean sostenibles en el tiempo y la organización se encuentre siempre en la búsqueda de lograr una mayor eficiencia energética. Tal como muestra en el siguiente esquema.



**Figura 7.** Esquema del proceso de mejora continua,  
Fuente: Elaboración propia<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Basada en los esquemas determinados en la ISO 50001 (Gestión de la Energía).

#### 4.6.1. Fases para la implementación de un programa de manejo energético

Son tres fases iniciales que se enmarcan dentro del ciclo de mejora continua, antes de mencionado es importante definirlos:

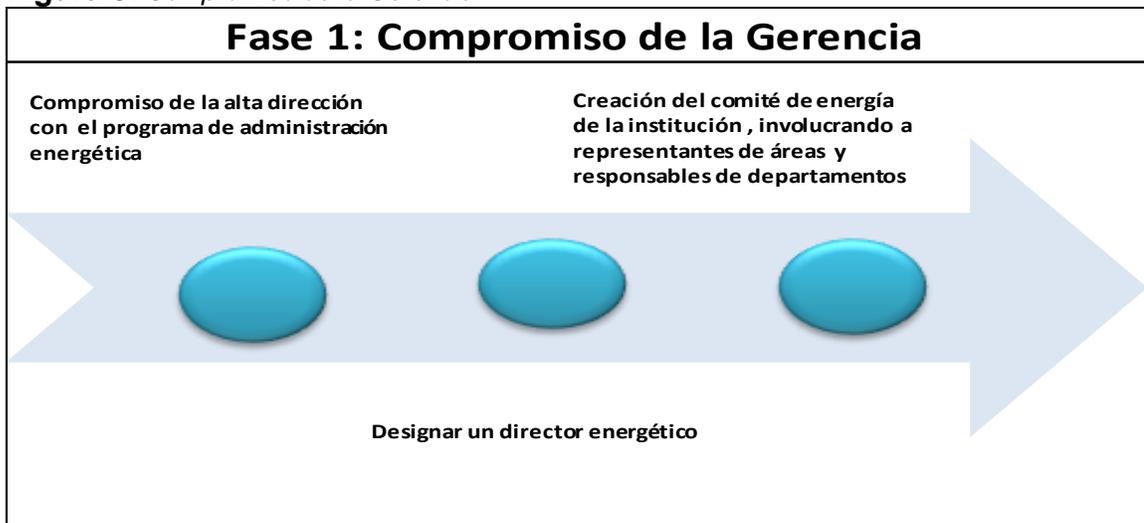
**Figura 8.** Fases para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía,



*Fuente: Elaboración propia.*

La primera fase es primordial, consiste en lograr el compromiso de la gerencia de la empresa, este compromiso debe traducirse en dos acciones concretas: designar un director energético y en la creación de un comité de energía para la organización, formado por representantes de áreas y departamentos críticos de la empresa, las cuales tienen mayor incidencia sobre asuntos de energía.

**Figura 9.** *Compromiso de la Gerencia*



*Fuente: Elaboración propia.*

El nombramiento de una persona responsable de la gestión energética no necesariamente implica hacer una contratación nueva para la empresa, se recomienda que esta persona tenga un cargo de gerencia o de mayor jerarquía, adecuadamente asesorado por el comité de energía y posiblemente por algún asesor externo especialista en gestión energética.

Es imprescindible contar con representantes de otras áreas, como mantenimiento, compras, informática, contabilidad y comunicaciones, pues son algunas de las áreas que pueden afectar el consumo de energía.

El área de mantenimiento, por ejemplo, se encarga de garantizar el buen estado de la maquinaria y equipos, lo que es primordial para operar eficientemente. Comunicaciones es un departamento clave, pues como parte de los programas de mejora, se debe motivar y comunicar a los empleados las acciones, en busca de concientizarlos a adoptar prácticas de conservación de la energía.

El departamento de compras se encarga de adquirir nuevos equipos, los cuales deberían cumplir un mínimo de eficiencia energética. Como parte de las actividades de la gerencia de energía, se debería establecer una política energética para la organización.

La segunda fase, para implementar un sistema de gestión energética, consiste en llevar a cabo una auditoría energética y análisis. Dicho proceso consiste en una serie de pasos que tienen por fin analizar de qué manera se está utilizando la energía en la organización, identificar potenciales de ahorro mediante medidas de conservación y eficiencia energética y evaluar técnica, económica y ambientalmente dichas oportunidades potenciales.

Las auditorías energéticas son llevadas a cabo por firmas de ingeniería especializadas en el tema o consultores independientes. También es posible capacitar a empleados de la empresa para que adquieran las destrezas necesarias para llevar a cabo auditorías energéticas.

Como parte de ese plan de acción, la fase III consiste en establecer metas, determinar niveles de inversión a realizar en el corto, mediano y largo plazo, establecer procedimientos para darle seguimiento a los planes de acción, motivar y concientizar al personal y evaluar la efectividad del programa periódicamente.

## **5. Auditoría Energética DRY CLEAN U.S.A.**

La Auditoría Energética (AE) se implementó durante el período comprendido entre el 27 de febrero y el 25 de mayo del 2016, en la sede central ubicada en el km 3.5 carretera Masaya Managua.

Con los datos recopilados se procederá a la elaboración de un diagnóstico que permita conocer la situación actual en cuanto a consumos para optimizar los equipos y procesos de la empresa de cara al ahorro energético. Incluirá los siguientes puntos:

1. Cálculo de rendimientos y consumos específicos.
2. Descripción de los sistemas utilizados, indicando las características, adecuación tecnológica, consumos,
3. Nivel de servicio, analizando la sobreutilización o infrautilización de las instalaciones respecto a su nivel óptimo.
4. Diagramas de flujo de energía

## 5.1. Suministros Energéticos

### 5.1.1. Análisis eléctrico

Actualmente el DRY CLEAN U.S.A, tiene un contrato indefinido con DN-DS, Mediante una tarifa T4 BT industrial mediana sin medición horaria estacional, con una demanda contratada de 25 kW, este suministro es alimentado por una red de baja tensión, desde la subestación Altamira, a través del circuito primario ALT3090. La medición del consumo se realiza, por medio de equipo: número 12303398EL, marca ELSTER.

La tabla 17 detalla los datos generales del suministro en materia de servicio de energía eléctrica:

**Tabla 17.** Características generales del servicio de energía eléctrica.

<b>NIS</b>	<b>2128827</b>
Nombre del Cliente	DRY CLEAN U.S.A
Dirección	Km 3.5 carretera a Masaya. Pollos Tip Top - Los Robles, 20 mts al sur, Centro comercial Basilea
Tarifa Oficial	T4 BT, INDUSTRIAL BINOMIA S MH
Número del medidor	12303398 EL
Marca del Medidor	ELSTER
Matrícula del Circuito	ALT 3090
Matrícula del Transformador	5525 -61252

Fuente: *Elaboración propia*<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Basada en registros obtenidos del sistema BDI (base de datos de instalaciones eléctricas) utilizada por la Distribuidora de Energía Eléctrica, DISNORTE- DISSUR de Nicaragua.

### 5.1.2. Análisis de la factura

Para el análisis de la factura se en tomo en cuenta todos los rubros facturados, e igualmente el comportamiento de consumo de un año partiendo de Abril 2015 a Abril 2016 a través de la información aportada, se determinó que DRY CLEAN U.S.A. A manera de resumen se detalla los rubros facturados mensualmente.

**Tabla 18.** *Conceptos facturados para la tarifa*

Abr-16	
<b>Razón Social:</b>	INVERSIONES ROMANA GROUP S.A
<b>Operación:</b>	Facturación
<b>Fecha Factura:</b>	28/4/2016
<b>Días Facturados:</b>	30días
<b>Tarifa:</b>	T4 BT INDUS.MEDIANABINOM.S
<b>Csmo. Energía:</b>	8670 kWh
<b>Csmo. Reactiva:</b>	5649kVArh
<b>Potencia:</b>	38kW
<b>Concepto</b>	<b>Importe C\$</b>
Energia (kWh)	40,908.62
Potencia (kW)	21,381.05
Recargo por bajo factor de potencia	622.91
Alumbrado Público	599.03
Comercializacion	1,937.54
Regulacion INE	654.50
IVA	9,915.67
<b>Total</b>	<b>76,019.32</b>

*Fuente: Elaboración propia<sup>15</sup>.*

### 5.1.3. Lectura del equipo de medición

Para determinar el consumo del periodo (abril 2016), inicialmente se tomó lectura del equipo de medición a la hora de inicio de la jornada laboral, a la lectura actual se le resta la lectura del periodo anterior y se multiplica por el factor de utilidad del medidor (1).

---

<sup>15</sup> Basada en la información de la factura de energía eléctrica.

**Tabla 19.** *Lectura abril 2016*

<b>Datos para el cálculo de consumo de Energía</b>	
Lectura Anterior	2010 kWh
Lectura Actual	3025kWh
Multiplicador	10
Período de consumo	29 abril-29 mayo
Días de facturación	30 días

*Fuente: Elaboración propia.*

La imagen 1, corresponde a la factura de Abril 2016, partiendo de este período facturado, se establece la línea base (Abril -2016 a Abril 2017) para el análisis de los consumos de energía, con el fin de evaluar el desempeño energético,

**DISNORTE - DISSUR**

CENTRO COMERCIAL BACILEA, DRY CLEANING USA  
 MANAGUA, PLANES DE ALTAMIRA, PLANES DE ALTAMIRA, 0 PB,  
 LACMIEL 1C LAGO 1C ABAJO  
 DISTR. En mano MED. 12303398EL

Distribuidora de Electricidad del Norte, S.A J0310000004340

2210.40.0000.0138 RUC:

OFICINA COMERCIAL Central	REFERENCIA DE COBRO (N) 2128827215	MES DE FACTUR ABRIL	DIAS FACTURADO 30	FECHA DE EMISIÓN 28/04/2016	FECHA DE VENCIMIENTO 18/05/2016
------------------------------	---------------------------------------	------------------------	----------------------	--------------------------------	------------------------------------

DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO  
 PLANES DE ALTAMIRA, PLANES DE ALTAMIRA 4492 26 PB  
 LACMIEL 100MTS NORTE 1OESTE

TÍTULO DEL CONTRATO  
 ROMANA GROUP S.A INVERSIONE

NÚMERO DE FACTURACIÓN  
 F22201604115146

TIPO DE CONSUMO	NÚMERO DE	LECTURA ANTERIOR	LECTURA	MULT.	CONSUMO	DETALLE DE FACTURACIÓN	IMPORTE EN C
Residencial	12303398EL	100969	109,639	1	8670	Energía (kWh)	40,908.62
Comercial	12303398EL	64814	70,463	1	5649	Demanda	21,381.85

PERÍODO DE CONSUMO de 29/03/2016 Hasta 28/04/2016	Tarifa T4 BT INDUS.MEDIANAE	KW CONT. 25	FACT.POT 0.84
--	--------------------------------	----------------	------------------

TOTAL FACTURADO	76,020.12
CUOTA 0/0	0.00
TOTAL A PAGAR	76,020.12

INFORMACIÓN COMPLEMENTAR

Energía (kWh)	CS/KWh	Importe
867	4.70140	4,076.12
7803	4.72030	36,832.50
<b>8670</b>		<b>40,908.62</b>

Demanda	CS/KW	Importe
38	562.6801	21,381.85
<b>38</b>		<b>21,381.85</b>

Detalle de la Morosidad

10 días o más	30 días	30 días	Saldo Arreglo de Pago
0.00	0.00	0.00	0.00

Total Deuda: 76,020.12

HISTÓRICO DE CONSUMO

SU CONSUMO MEDIO DURANTE ÚLTIMOS 12 MESES HA SIDO

KWh / Mes: 7945  
 CS / Día: 2418.82

EL CONSUMO DE ESTA FACTURA ES:  REAL  ESTIMADO

AHORAS A SU DISPOSICIÓN NUESTRA OFICINA DE ATENCIÓN TELEFÓNICA 024 HORAS AL 125

**SOMOS LA NUEVA IMAGEN DE LA ENERGÍA**

Mantenga su factura de energía eléctrica al día desde la comodidad de DISNORTE - DISSUR le brinda la facilidad de pagar su factura a través de las sucursales bancarias: BAC, BANPRO, LAFISE - BANCENTRO, FICOHSA o PROCREDIT

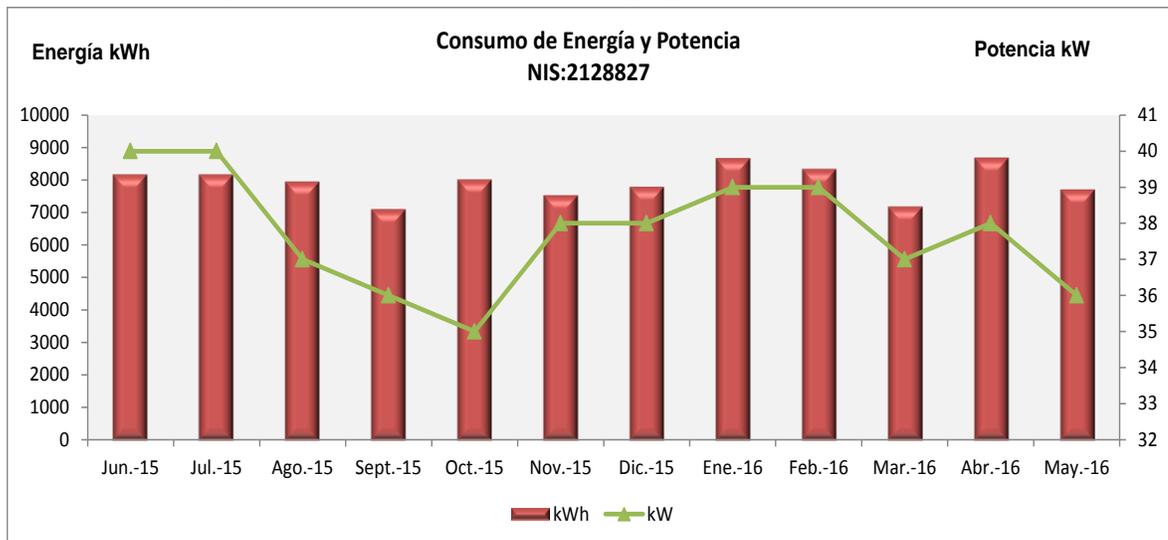
**Imagen 1.** Factura de energía eléctrica correspondiente a Abril 2016. Fuente: Sistema de Gestión Comercial de Disnorte-Dissur.

La tarifa que actualmente tiene DRY CLEAN es una tarifa binomia, donde los rubros principales son la demanda de potencia el consumo de energía activa. Es evidente que el sistema experimenta demandad de energía reactiva por encima de lo permitido, esto representa un bajo factor de potencia y por ende cargos por el mismo concepto.

#### 5.1.4. Comportamiento de los principales rubros facturados.

El siguiente gráfico representa el comportamiento del consumo de energía y demanda de potencia de los principales rubros facturados en un año.

**Gráfico 1.** Comportamiento del consumo de energía y demanda,



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Consumo de energía eléctrica en diferentes horarios

Consumo en kWh	Jueves 1	Viernes 2	Sábado 3	Domingo 4	Lunes 5	Martes 6
07:00 - 19:00	306.276	319.865	255.303	116.303	326.082	261.089
19:00 - 07:00	35.109	28.373	26.474	10.205	20.804	3.420
<b>Total</b>	<b>341.39</b>	<b>348.24</b>	<b>281.78</b>	<b>126.51</b>	<b>346.89</b>	<b>264.51</b>

Consumo en C\$	Jueves 1	Viernes 2	Sábado 3	Domingo 4	Lunes 5	Martes 6
07: 00 - 19:00	C\$1,462.96	C\$1,527.86	C\$1,219.48	C\$555.53	C\$1,557.56	C\$1,247.12
19:00 - 07:00	C\$167.70	C\$135.53	C\$126.46	C\$48.75	C\$99.37	C\$16.34
<b>Total</b>	<b>C\$1,630.66</b>	<b>C\$1,663.39</b>	<b>C\$1,345.94</b>	<b>C\$604.28</b>	<b>C\$1,656.93</b>	<b>C\$1,263.45</b>

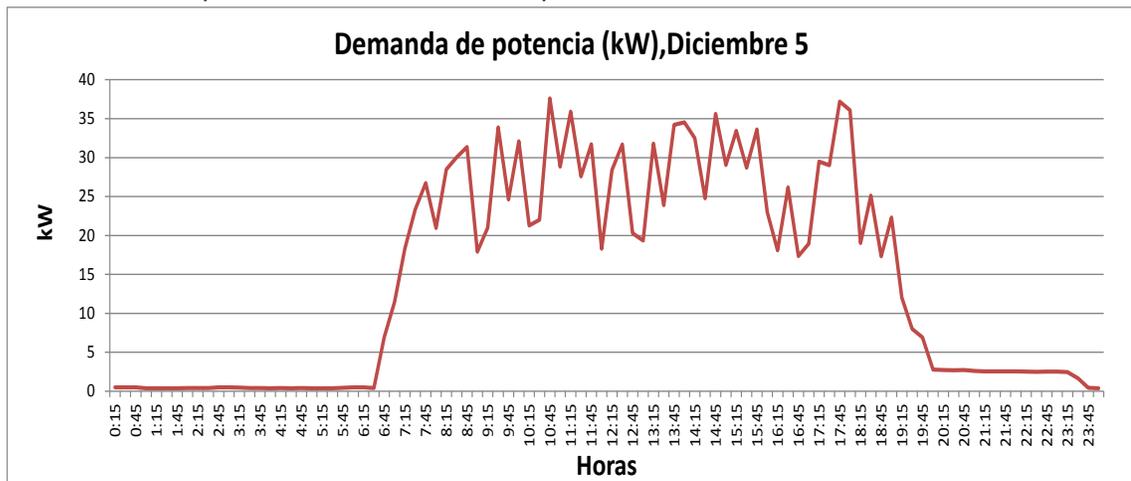
Fuente: Elaboración propia<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Basada en datos del perfil de carga y pliego tarifario de diciembre 2016 emitido por el INE.

La tabla 20 detalla el consumo de energía, de dos horarios, uno el horario normal de trabajo (06:00 – 19:00) y de las horas no laborables (19:00 – 06:00). Es evidente que existe consumo de energía en horas no laborares.

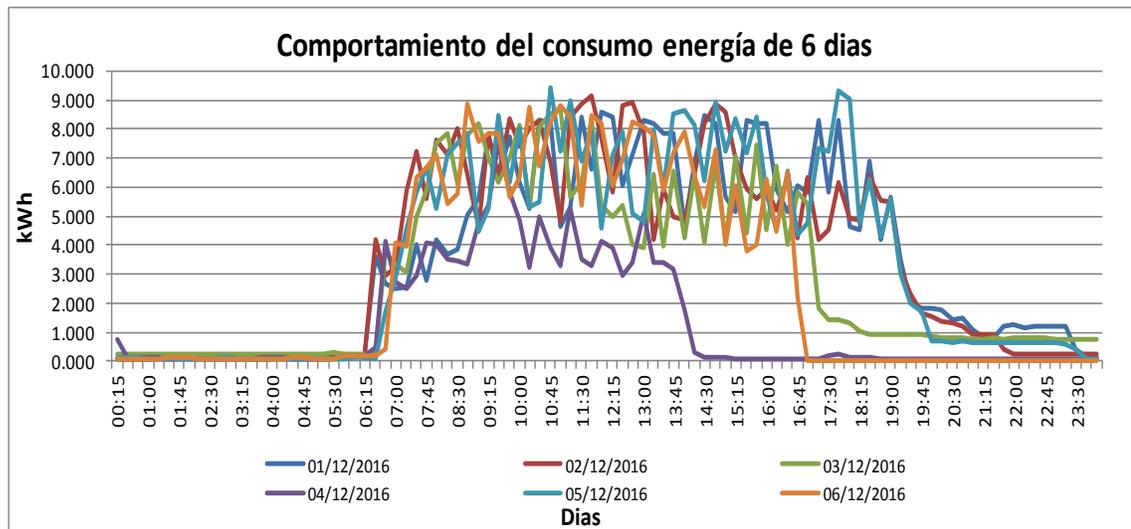
El gráfico 2 expone el comportamiento de consumo de energía eléctrica y demanda de potencia en seis días incluyendo fin de semana por un período de 24 horas.

**Gráfico.2** Comportamiento de demanda de potencia de seis días



Fuente de elaboración propia.

**Gráfico.3** Comportamiento del consumo de energía eléctrica de seis días



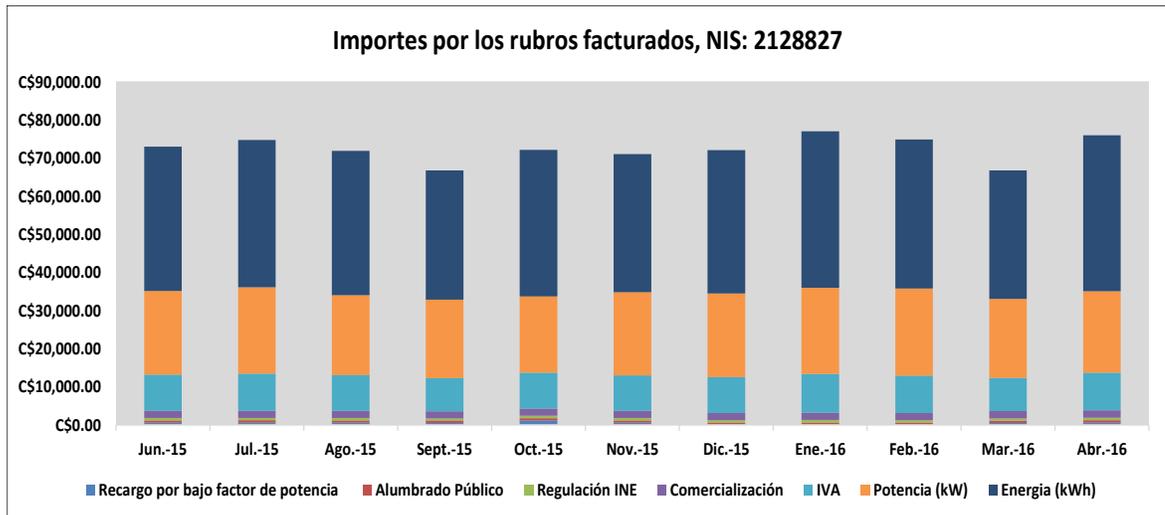
Fuente: Elaboración propia<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Basada en los datos obtenidos del perfil de carga

### 5.1.5. Comportamiento de los importes facturados.

El siguiente gráfico 5 representa el importe de todos los rubros facturados en un período de 12 meses.

**Gráfico.4** Comportamiento del importe de todos los conceptos facturados,

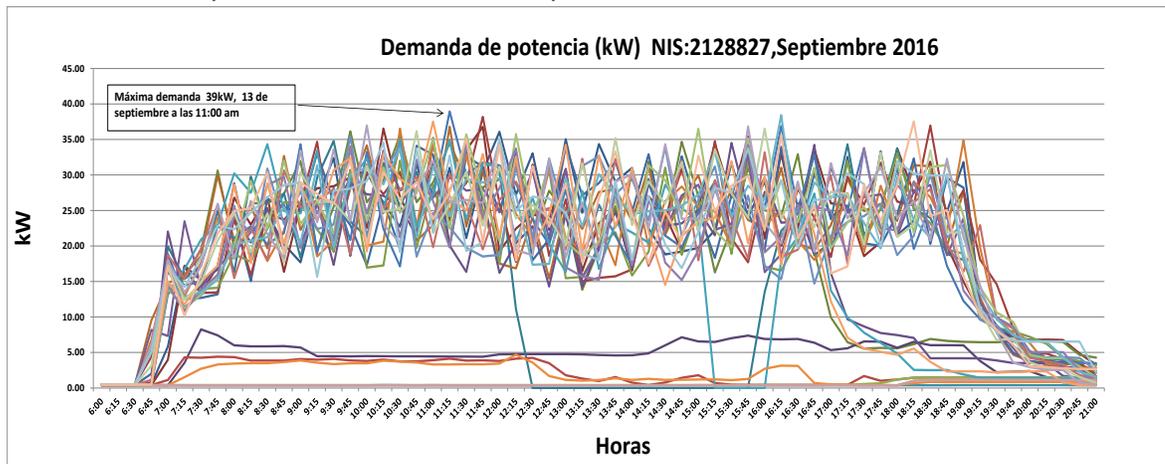


Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6. Comportamiento de la demanda de potencia

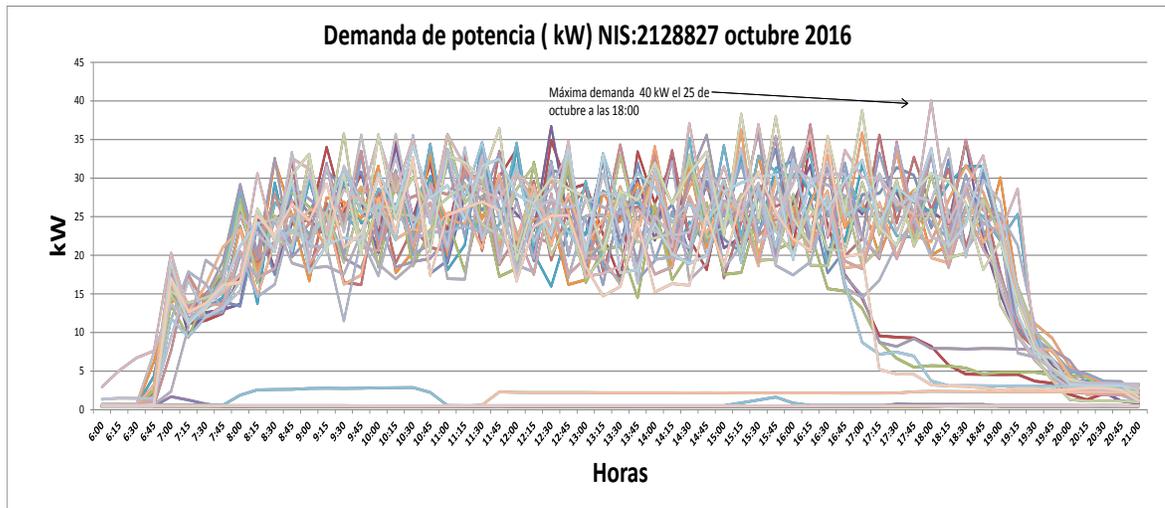
Los siguientes gráficos (6,7 y 8) representan el comportamiento de la demanda diaria total del suministro, correspondiente a los meses de septiembre, octubre y noviembre 2016.

**Gráfica: 6** Comportamiento de demanda de potencia mensual



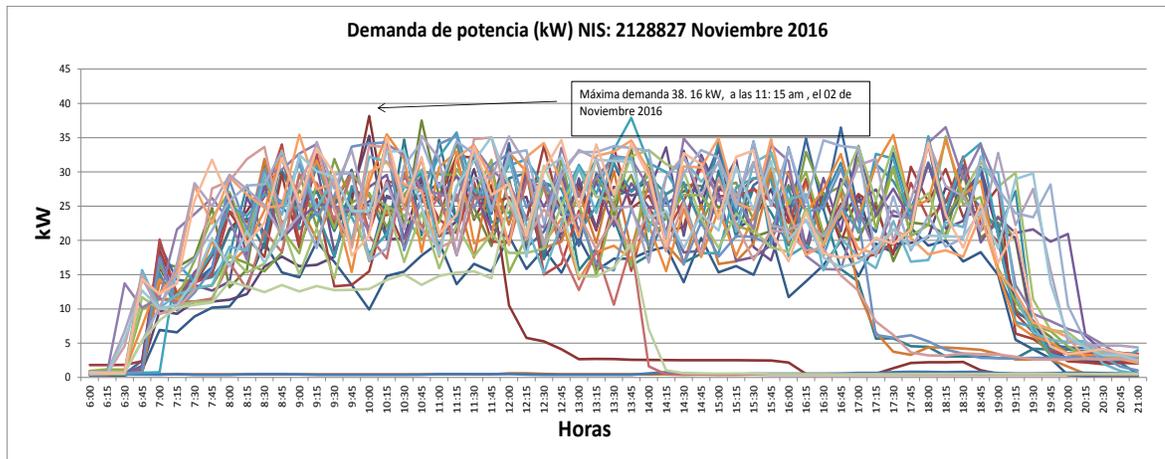
Fuente: Elaboración propia.

**Gráfica 7.** Comportamiento de demanda de potencia mensual.



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 8.** Comportamiento de demanda de potencia mensual. Fuente: Elaboración propia, basada en perfil de carga.



Fuente: Elaboración propia

Basado en el análisis de la demanda se determinó que existe oportunidad de trasladar la demanda en el tiempo, mediante una programación adecuada de la utilización de los equipos encargados de realizar el proceso de lavado en seco.

Se logró identificar que la demanda promedio máxima es mayor a la demanda contratada, superándola en un 37 %. Este representa cargos adicionales, es necesario un cambio de tarifa, que esté de acuerdo a la actividad de la planta.

### 5.1.7. Factores de Eficiencia Energética

- **Factor de carga**

Se define como el factor de carga a la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima, o sea el uso que le damos a la energía en función del tiempo.

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}} \quad FC = \frac{32k W}{38k W} = 0.84\%$$

El factor de carga equivale a 0.84% esto indica que sobrepasa la potencia contratado en un 37%, por ende, existe oportunidad de aplanar la demanda aproximadamente en un 10%.

- **Factor de demanda**

La potencia total de transformación instalada de DRY CLEAN U.S.A. es de 112.5 KVA y la demanda máxima es de 40 kW.

El factor de demanda es la relación entre la demanda máxima y la potencia instalada. Lo que significa que el aprovechamiento de la capacidad instalada es el porcentaje del resultado de la ecuación, de esta relación se determina si los equipos se encuentran sobre utilizado ó subutilizados

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda máxima KVA}}{\text{Potencia Instalada KVA}} \quad FD = \frac{40KVA}{112.5KVA} = 0.41\%$$

El cálculo nos indica que el 0.41 % de la capacidad instalada es la que se utiliza, cabe mencionar que la potencia instalada en transformación esta compartida con otros suministros de la plaza Basilea.

- **Factor de potencia**

Se define factor de potencia, FP, de un circuito de corriente alterna, a la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S, o bien como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como  $\cos\phi$ , siendo  $\phi$  el valor de dicho ángulo.

Sustituyendo:

$$FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{kVArh/mes}{kWh/mes}\right)\right) \quad FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{5649kVArh}{8670kWh}\right)\right) \equiv 0.65\%$$

El factor de potencia del suministro NIS 2128827 encuentra por debajo del valor permitido, (0.85) los indicadores de eficiencia energética de DN-DS, determinan que, al tener un FP por debajo de lo normado, el cliente incurre en recargo por bajo factor de potencia.

Al referirnos a los valores plasmados en los datos de lectura mensuales reflejados en los equipos de medición asignados a DRY CLEAN. U.S.A. Se tiene que:

**Tabla 21. Indicadores de Eficiencia**

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>	<b>Índice</b>
Factor de Potencia	0.65	<b>2</b>
Factor de Carga	0.84	<b>1</b>
Índice de Eficiencia	<b>3</b>	<b>pronta</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Demanda máxima: 38kW

Demanda promedio: 32 kW

Capacidad instalada: 112.5KVA

Factor de potencia: 0.65

Factor de carga: 0.84

Factor de demanda: 41%

Se determinó que existe la oportunidad de mejorar el factor de potencia, acción que implica ahorros económicos inmediatos.

### 5.1.8. Balance energético

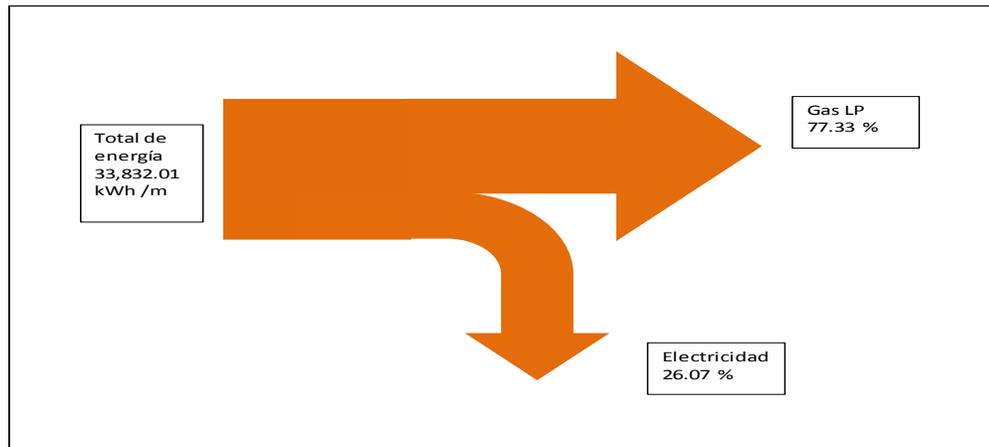
Actualmente DRY CLEAN U.S.A, demanda tres tipos de energías: electricidad, gas y combustible, para el estudio se nos facilitó información del gas y la electricidad. Distribución del consumo energético basada en la información aportada se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 22.** Demanda energética

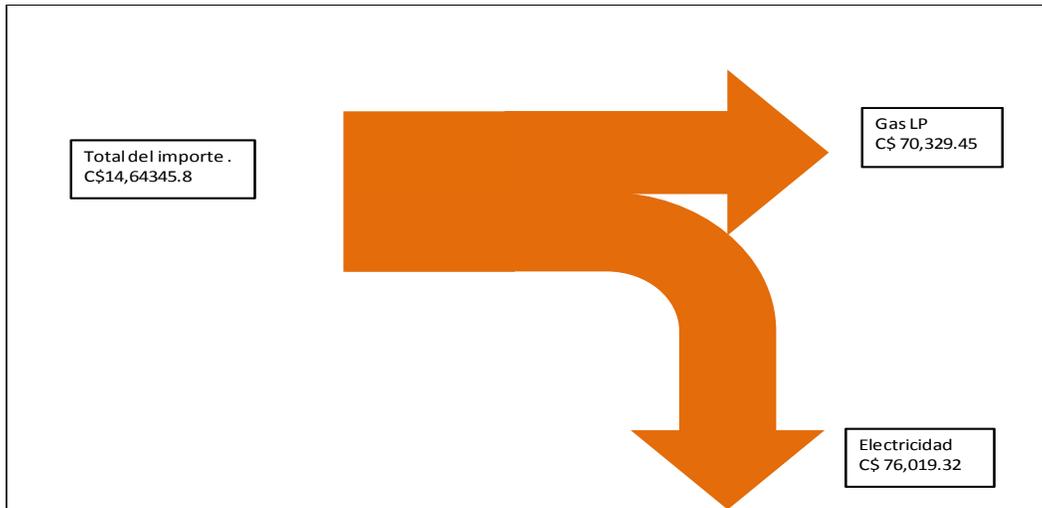
Gas LP (KWh/mes)	Electricidad (KWh/mes)	Total
26,162.02	7,670.00	33,832.01

Fuente: Elaboración propia

Los gráficos 9 y 10 muestran el comportamiento de consumo de los energéticos electricidad y gas. Basado en este análisis se identificó que el energético que representa mayor demanda es el gas licuado de petróleo 26,062.02 kWh/mes, equivalente a un importe de C\$ 70,329.48



**Gráfico 9.** Diagrama de Sankey del flujo energético en kWh/mes.  
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico.10** Diagrama de Sankey del flujo de importe en kWh/C\$.

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Características del suministro de Gas

DRY CLEAN U.S.A., cuenta con un suministro de gas natural destinado para generar vapor, no contamos con la información suficiente ya que únicamente se nos facilitó la factura de abril 2016. La empresa proveedora de este servicio es TROPIGAS.

**Tabla 23.** Suministro de gas

Suministro de gas	
Comercializador:	TROPIGAS
Tarifa	10.09 Its
Demanda mensu	6060 Its

Fuente: Elaboración propia.

El consumo detallado en la tabla.15, corresponde al mes de abril del 2016, equivalente a 26,162.15 kWh/mes, en importe representa C\$ 70,329. 48.

## **6. Sistemas Productivos**

### **6.1. Situación Actual**

En el siguiente apartado se describe la situación actual de cada proceso que exista en el sistema productivo mediante la representación en un esquemático del proceso identificando subprocesos, grandes consumidores y sistemas térmicos que presenta desde que entra la materia prima y sale el producto elaborado.

### **6.2. Definición de la relación inter-funcional del proceso de lavado en seco**

El análisis de las relaciones inter-funcionales implicadas en el proceso productivo de DRY CLEAN U.S.A. Es clave para la interpretación de la cadena de valor de cada sub proceso y de los departamentos involucrados en su desarrollo.

En la tabla 24 se plantean las relaciones del proceso gráficamente a modo de diagrama inter-funcional con el objetivo de interpretar las oportunidades de mejora.

**Tabla 24.** Diagrama inter-funcional del proceso

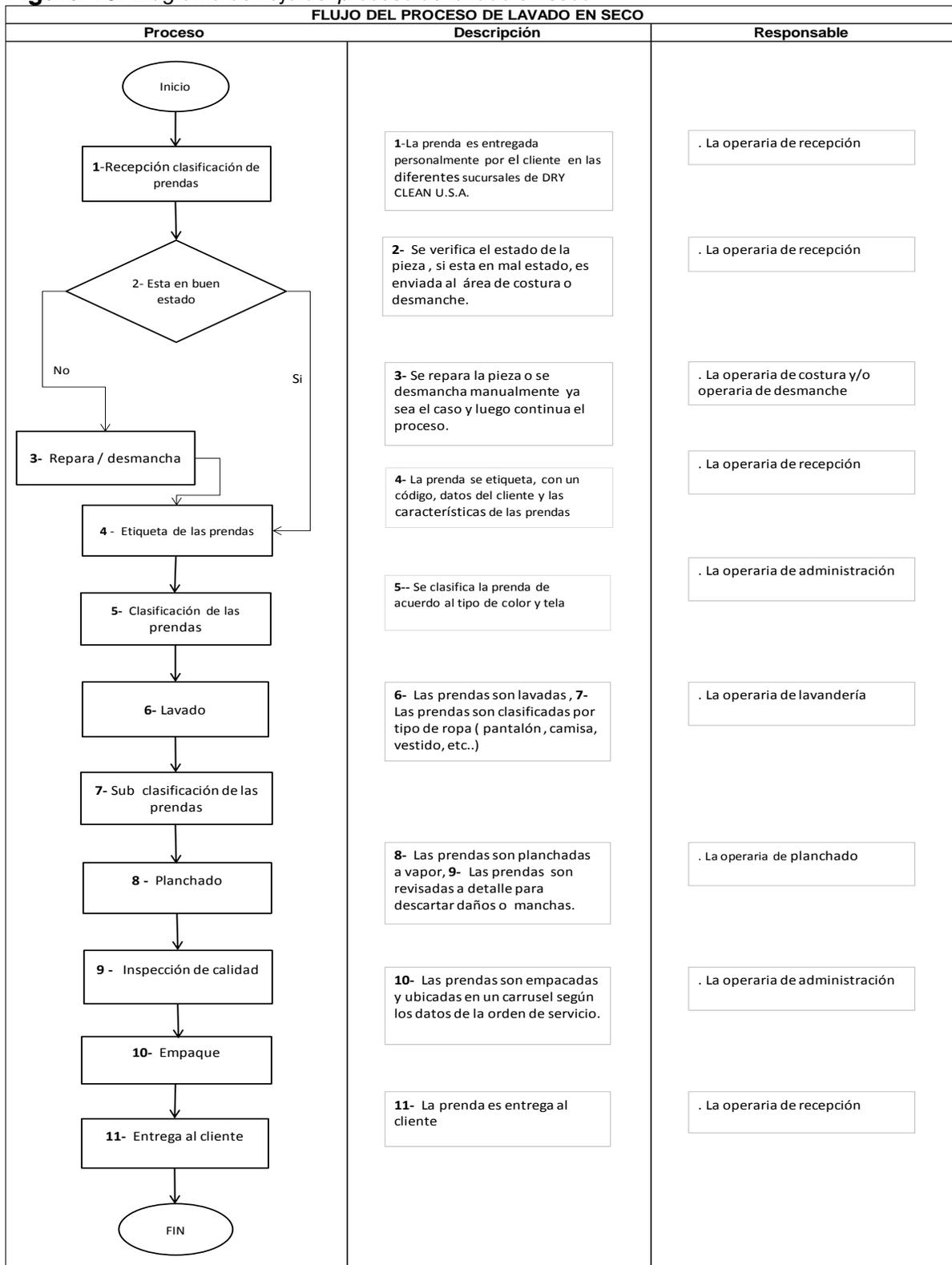
Relación interdepartamental de proceso de lavado en seco							
Responsable \ Actividad	Departamentos						
	Logística	Calidad	Producción			Administración	Gerencia
	Operario de recepción	Operario de calidad	Operario de planchado	Operario de tratamiento especial	Operario de lavandería	Operario de distribución	Dirección
Recepción	■						
Evaluación de estado	■						
Clasificación	■						
Reparación/desmanche				◆ ■			
Etiquetado	■						
Lavado					■		
Sub- Clasificación					■		
Planchado			■				
Inspección de calidad		■		◆ ■			
Empaque		■					
Entrega al cliente	■						

Fuente: Elaboración propia.<sup>18</sup>

El diagrama de flujo del proceso de lavado en seco permite interpretar las actividades necesarias para completar el proceso de limpieza de las prendas de ropa. A su vez es una herramienta muy versátil, para la interpretación de los flujos de producción, cuellos de botella y limitantes que pueden ser transformadas en oportunidades de mejora en la gestión de calidad, tiempo, materiales y energía.

<sup>18</sup> Basada en el proceso determinado en la a ISO 9001.

**Figura 10.** Diagrama de flujo del proceso de lavado en seco



Fuente: Elaboración propia, basada en información proporcionada por la gerencia de operaciones y esquema de la ISO 9001.

### 6.3. Identificación de mejoras en el proceso de lavado en seco

#### Fortalezas

- Dotación de maquinaria y materia prima, las tareas están planificadas y cumplimiento de normas de seguridad e higiene ocupacional.
- A partir del análisis de proceso por observación, se verificó que existen instrucciones claras sobre el control y seguimiento de la ropa, algún proceso puede ser homologados y unificados y existe una creciente demanda por el servicio de lavado en seco.

#### Debilidades

- Poco interés de las personas en las capacitaciones que puedan mejorar su desempeño, el uso de los equipos eléctricos de mayor consumo no está correctamente planificado y hay una evidente necesidad de espacio, para facilitar la circulación y operación de la empresa

#### Amenazas:

- Más relevantes para este proceso son los altos costos de los energéticos necesarios para la producción (electricidad, gas propano y diésel, para transporte) y la posibilidad de que la competencia identifique mejores estrategias de lavado o incluya equipos con mayor eficiencia energética, lo cual implicaría una disminución drástica de costos y un aumento de la productividad

Las oportunidades serán expresadas por bloques en el capítulo 7, a partir del análisis de tecnologías horizontales.

## 7. Análisis de las tecnologías horizontes

En este apartado se describe la situación actual de cada tecnología horizontal, partiendo del censo de carga, que nos determina un inventario de equipo, consumo de los mismos.

### 7.1. Iluminación

La iluminación principal de las instalaciones es tecnología fluorescente tubular T-12 de 75W y T-12 de 40W, con balastro electromagnético de baja eficiencia energética.

**Tabla 25.** Potencia instalada en iluminación por tipo de tecnología

ILUMINACIÓN				
Ubicación	Equipo Eléctrico	Cantidad de Equipos	Potencia por Equipos en Watt	Potencia total en Watt
Planta	Lámpara Fluorescente 2X75	30	75.00	2250.00
Planta	Lámpara Fluorescente 2X40	14	40.80	571.20
Recepción y costura	Lámpara Fluorescente 2X40	8	40.00	320.00
Oficina 1 de segundo piso	Lámpara Fluorescente 2X40	4	40.00	160.00
Oficina 2 de segundo piso	Lámpara Fluorescente 2X40	4	40.00	160.00
Perímetro	Lámparas de Sodio (Tipo canasta)	6	127.50	765.00
Perímetro	Lámparas de Sodio (Tipo cobra)	3	127.50	382.50
Perímetro	Halógenos	3	68.00	204.00
	<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>558.80</b>	<b>4812.70</b>

Fuente: Elaboración propia, basada en el censo de carga.

Como se puede apreciar en la tabla 25, las lámparas fluorescentes, con balastro electromagnético predominan en el sistema de iluminación, según el tipo de área o actividad varía la potencia de la lámpara y a su vez el luminario empleado.

Para el área de producción se emplean luminarias colgantes con lámparas de 75 W, en arreglos de 2 X 75 W (ver imágenes 2 y 3).



*Imagen .2 y 3. Luminarios colgantes con lámparas fluorescentes T-12 de 75 W.*

En las oficinas, pasillos y recepción, se emplean luminarios empotrados con arreglo de 2 X 40 W, (ver imágenes 4 y 5) el sistema de iluminación de estas áreas (planta, pasillos, oficinas, lavandería), se controla a través de interruptores distribuidos en cada una de las áreas.



*Imágenes 4 y 5 Luminarios empotrados, con lámparas fluorescentes T-12 de 40W*

En el parqueo de la plaza, se emplearon luminarios tipo faroles con lámparas de sodio de 127 W y halógenos de 68 W. (Ver imágenes 6 y 7). Este tipo de luminarios es el más adecuado esta área, ya que tolera la humedad y la temperatura de la intemperie, el encendido de estas lámparas se realiza desde un sub-panel manera manual.



*Imágenes 6 y 7 Lámparas de sodio de 120W y faroles.*

### **7.1.1. Niveles de iluminación**

Durante la visita realizada a las instalaciones de DRY CLEAN U.S.A. Se realizaron medidas de los niveles de iluminación, con el objetivo de corroborar el cumplimiento de la Ley de higiene y seguridad del trabajo, Ley 618 (Norma Ministerial sobre Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo referente a la iluminación en los puestos de trabajos). Para llevar a cabo esta actividad se utilizó un medidor ambiental marca EXTECH INSTRUMENTS EN300, que permite obtener valores de iluminancia.

“La iluminancia o niveles de iluminación es un concepto de luminotecnia que corresponde a la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad de medida es el Lux” (García, 2012).

Las mediciones de iluminación se realizaron en cada uno de los puestos de trabajos a una altura de 0.85 m nivel del piso, considerando el plano de trabajo de cada puesto, en horario de 02:00- 03: 00pm, para ello se seleccionaron tres posiciones aleatorias (izquierda, centro, derecha).

La suma de las tres posiciones se promedia para determinar el valor representativo de la medición, En la tabla 26 se resume las medidas realizadas, con el objetivo de conocer si la iluminación es adecuada en los puestos de trabajo. Igualmente se detallan los niveles de iluminación referidos Norma antes mencionada.

**Tabla 26.** Medidas de iluminación de la planta DRY CLEAN U.S.A.

Medidas de Iluminación					
Ubicación	Puesto	Lumenes	Promedio	Medidas de iluminación (Lux) según Norma (Ley 618 )	Diferencia (LUX)
1	Costura	588	536	700	-164
		632			
		388			
2	Planchador de vapor 1	192	227	700	-473
		186			
		302			
3	Planchador de vapor para mangas y	521	538	700	-162
		660			
		432			
4	Planchador de vapor para ropa de lino	208	289	700	-411
		251			
		407			
5	Planchador de vapor 2	220	310	700	-390
		336			
		375			
6	Planchador de vapor	156	183	700	-517
		149			
		245			
7	Planchador de vapor para mangas y	194	197	700	-503
		148			
		248			
8	Planchador de vapor para mangas y	103	119	700	-581
		128			
		127			
9	Planchador de vapor para mangas y	112	156	700	-544
		123			
		234			
10	Planchador de vapor	355	404	700	-296
		455			
		403			
11	Planchador de vapor	90	94	700	-606
		80			
		113			
12	Planchador de vapor	260	280	700	-420
		280			
		300			
13	Plancha eléctrico	270	280	700	-420
		271			
		299			
14	Planchador de vapor	154	162	700	-538
		192			
		141			
15	Planchador de vapor	98	88	700	-612
		95			
		72			

Fuente: Elaboración propia, basada en las mediciones realizadas in situ.

## 7.2. Climatización

El sistema de climatización de las instalaciones de DRY CLEAN, consiste en dos unidades de aires acondicionados que operan aproximadamente por seis horas diarias los seis días a la semana, estos están ubicados en la segunda planta donde funcionan dos oficinas, la regulación de la temperatura se realiza a través de controles manuales individuales.

La siguiente tabla detalla la potencia instalada en climatización.

**Tabla 27.** Potencia instalada en climatización

Ubicación de los Aires Acondicionados	Tipo	Potencia BTU/h	Potencia del equipo W	EER=BTU/W
Oficina del segundo piso (Gerencia )	Aire Acondicionado split	12,000.00	2,988.60	No declara índice de eficiencia energética nominal
Oficina del segundo piso (Administración )	Aire Acondicionado split	12,000.00	2,988.60	No declara índice de eficiencia energética nominal

*Fuente: Elaboración propia basada en censo de carga.*

Como se puede apreciar en la tabla 27. Los equipos de climatización se encuentran fuera de norma y no declaran ni el ERR (Índice de Eficiencia Energética) ni el SEER, (índice de eficiencia energética estacional) El EER y el SEER asocian la potencia frigorífica con la potencia eléctrica consumida., sin embargo basado en un análisis de placa y el estado de los equipos, se considera que su vida útil ya ha caducado y sus costos de operación fácilmente pueden ser reducidos por equipos con índices EER o SEER superiores a 16, manteniendo 12 BTU/h como carga de enfriamiento.

## 7.3. Ventilación

La ventilación se realiza mediante la inyección de aire a las instalaciones. El sistema está conformado por ventiladores industriales ubicados de sur a norte, por encima del sistema de vapor, también se utilizan abanicos de pedestal ubicados en cada uno de los puestos de trabajos de los operarios.

Estos ventilan el calor generado por la caldera, las máquinas eléctricas y el sistema de vapor, en un área de 2,016 m<sup>2</sup>.

La tabla 28 detalla los equipos que conforman el sistema de ventilación.

**Tabla 28.** Potencia instalada en equipos de ventilación

Potencia Instalada en ventilación				
Áreas	Equipos	Cantidad de Equipos	Potencia de Equipos en W	Potencia total de Equipos en W
Planta	Ventiladores industriales	2	195.8	391.68
Planta	Abanico de pedestal	11	80.0	880.00
Recepción	Abanico de techo	2	62.3	124.67
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>338.17</b>	<b>1396.3</b>

Fuente: Elaboración propia basada en el censo de carga.

#### 7.4. Equipos ofimáticos

Debido a la actividad que se realiza en la planta, los equipos ofimáticos representan un consumo menor de energía. Las áreas donde se utilizan son recepción, la oficina administrativa y gerencia. La tabla 29 detalla la potencia instalada en equipos ofimáticos.

**Tabla 29.** Potencia instalada en equipos ofimáticos

Potencia Instalada en equipos ofimáticos				
Áreas	Equipos	Cantidad de Equipos	Potencia de Equipos en W	Potencia total de Equipos en W
Recepción	Monitor LCD	3	112.2	336.6
	UPS, TRIPP-LITE	3	233.8	701.25
	CPU	3	233.8	701.25
Oficina del segundo piso gerencia	Monitor LCD SANSUM	1	140.3	140.25
	UPS, TRIPP-LITE	1	233.8	233.75
	CPU	1	233.8	233.75
Oficina del segundo piso administración	Monitor LCD SANSUM	2	122.4	244.8
	UPS, TRIPP-LITE	3	233.8	701.25
	CPU	2	233.8	467.5
	Impresoras	3	121.6	364.65
	Monitor RCT	1	748.0	748
	Computadora portatil	1	56.5	56.525
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>2,703.43</b>	<b>4,929.58</b>

Fuente: Elaboración propia basada en el censo de carga.

## 7.5. Sistema de aire comprimido

El sistema de aire comprimido está conformado por un compresor abierto de pistón marca INGERSOLL RAND. Este equipo es utilizado 12 horas diarias por seis días a la semana.



Imagen 8 y 9. Compresor abierto de tipo pistón marca Inngersoll Rand.Fuente Elaboración propia.

**Tabla 30.** Características técnicas del compresor

IR Ingersoll Rand MODELO : 2545 E10V-V	
Presión de trabajo	175 PSI / 12.06 BAR
Temperatura ambiente	38°
Temperatura de aire descarga	
Potencia motor	10 HP
Alimentación eléctrica	230 V
Consumo eléctrico	27 A
Diámetro salida del aire	3/4"

Fuente: Elaboración propia<sup>19</sup>.

Se realizó análisis del perfil de consumo del compresor, basado en los datos de placas y las mediciones puntuales realizadas en el sistema eléctrico, datos obtenidos del perfil de carga. Con el objetivo de determinar el porcentaje de utilización de energía y la distribución del importe de la electricidad en el tiempo.

<sup>19</sup> Basada en los datos nominales de los equipos.

Del análisis esta información podemos obtener el consumo que debería tener el equipo, igualmente las diferencias encontradas con lo observado, las causas y las mejoras necesarias para lograrlo.

En la tabla 31 se presenta el consumo de energía eléctrica y la demanda de potencia del compresor por un promedio de hora 12 horas de uso diario, estos cálculos fueron se basan en los datos nominales del compresor, similares a las mediciones realizadas en el circuito eléctrico al que está conectado. La siguiente tabla detalla el consumo de energía eléctrica del sistema de aire comprimido y específicamente del compresor y sus accesorios.

**Tabla 31.** Consumo de energía y demanda de potencia del compresor por día y mes

Equipo Eléctrico	Potencia de Equipos en Watt	Potencia Total de Equipos en kW	Cantidad de Equipos	kWh/d	kWh/mes
Compresor	4896	4.9	1	58.75	1292.54
Condensador	1122	1.1	1	13.46	296.21
<b>Total</b>	<b>6018</b>	<b>6.018</b>	<b>2</b>	<b>72.216</b>	<b>1588.752</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.6. Equipos de lavado en seco

El sistema de lavado en seco, está conformado por una lavadora industrial AERO TECH, los equipos de lavandería (lavadora, secadora) son utilizado aproximadamente 12 horas diarias, (07:00 am-07:00 p.m.) por ende el consumo de energía es considerable, actualmente no existe una programación para su utilización, estos son utilizados de acuerdo a la demanda diaria.

**Tabla 32.** Características técnicas de la lavadora.

<b>Lavadora DRY CLEAN , AERO TECH USA</b>	
Presión de trabajo	Min: 90 PSI
Presión de trabajo	Max: 110 PSI
Capacidad	35 lb
Potencia motor	7.75 HP
Alimentación eléctrica	240 V
Consumo eléctrico	22.1 A

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 33 detalla el consumo diario y mensual de la lavadora, tomando como referencia para este cálculo los datos nominales del equipo.

**Tabla 33.** Consumo de energía eléctrica de la lavadora

Equipo Eléctrico	Potencia del Equipo en Watt	Potencia total del Equipo en KW	Kw/d	Kw/mes
Lavadora DRY CLEAN	6136.32	6.14	49.09	1079.99

Fuente: Elaboración propia<sup>20</sup>.

### 7.7. Equipos de secado

El sistema de secado está conformado por una secadora industrial marca CECELL.

**Tabla 34.** Características técnicas de la secadora

SECADORA CICELL L36URS30S	
Presión de vapor en funcionamiento Max	100 PSI
Presión de vapor en funcionamiento baja	7-15 ps
Capacidad de la canasta	170 lb
Potencia motor	1.42 HP
Alimentación eléctrica	120 V
Consumo eléctrico	10. A

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 34 detalla el consumo de la secadora por un promedio de 12 horas de uso diario por 22 días al mes.

**Tabla 35.** Consumo de energía de la secadora

Equipo Eléctrico	Potencia del Equipo en Watt	Potencia total del Equipo en KW	Kw/d	Kw/mes
Secadora DRY CLEAN	1387	1.3872	27.54	605.88

Fuente: Elaboración propia

<sup>20</sup> Basada en los datos nominales del equipo

## 7.8. Sistema de generación de vapor

El sistema de generación de vapor está conformado por una caldera FULTON CLASSIC tubular, alimentada por gas propano. Esta auditoría se centra estrictamente en la parte eléctrica, sin embargo, incluye los consumos de los equipos eléctricos auxiliares de la caldera, a pesar de no ser reflejado en el balance general de energía.



Imágenes 10 y 11 Caldera Fulton Classics

**Tabla.36** Características técnicas de la caldera

<b>Caldera FULTON CLASSIC</b>	
Salida de la caldera	Vapor
Fuente de energía	Gas
Accesorios	Sistemas de purga, Sistemas de retorno de condensado, Tanques de agua de alimentación
Salida de vapor (kg / h)	96 to 960
Eficiencia	80
Presión del gas máximo	9 TN WC
Presión del gas mínimo	1/2 PSI
<b>Clasificación Eléctrica de la caldera</b>	
Controles	120 V , 60 HZ, 1HP , 6A
Motor de combustión 1	230 V , 60 HZ, 1HP , 6A
Motor de la bomba de agua	230 V , 60 HZ, 3HP , 9.6 A

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37.** Consumo de energía eléctrica de los componentes de la caldera

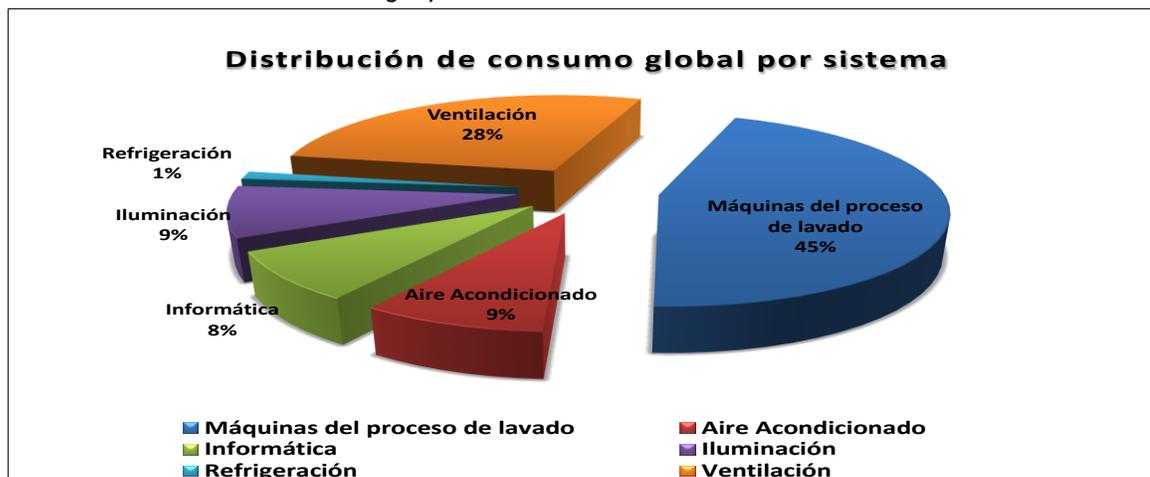
Equipo Eléctrico	Potencia del Equipo en Watt	Potencia total del Equipo en KW	Kw/d	Kw/mes
Caldera ( control de calificación )	612	0.6	9.38	206.45
Caldera ( Burner motor rating)	1173	1.2	15.33	337.20
Caldera ( water pump motor rating )	1916	1.9	20.41	449.02
Total	3701	4	45	993

Fuente: Elaboración propia.

## 8. Consumo de electricidad por sistemas

Para este análisis se consideraron todos los equipos eléctricos conectados a los sistemas de DRY CLEAN U.S.A. en un área de 2,016 m<sup>2</sup>. Mediante la elaboración de un censo de carga, basado en los datos nominales de los equipos y análisis de la factura de energía eléctrica, se determinó el consumo de energía por sistema y la carga total instalada en Watt (W). Los consumos identificados son los siguientes: iluminación, refrigeración, ventilación, climatización, máquinas eléctricas y equipos ofimáticos. Determinado que las máquinas utilizadas en la planta para el proceso de lavado en seco representan la mayor demanda de energía eléctrica. El gráfico 8 representa la estructura del consumo de DRY CLEAN U.S.A.

**Gráfico 11.** Consumo de energía por sistema



Fuente: Elaboración propia

Para determinar el consumo y la carga instalada, se tomó en cuenta los datos de placas de todos los equipos instalados al sistema eléctrico (datos nominales) y las horas usos indicada por el responsable de mantenimiento eléctrico de la empresa.

Determinando la importancia de las máquinas eléctricas utilizadas en el proceso lavado, que representa el porcentaje de mayor relevancia con un 45% del porcentaje total. Es un consumo apropiado teniendo en cuenta que son los equipos encargados de generar la producción y las horas de uso diario.

El siguiente sistema de mayor relevancia es el de ventilación, este representa un 28%, se consideró el consumo de los abanicos industrial y los ventiladores de pedestales y de techo.

En el caso de los aires acondicionados el porcentaje que representan es un 9%, igualmente los sistemas de iluminación representan un 9%, equipos ofimáticos 8%, refrigeración 2%, se debe destacar el gran número de equipos de iluminación con potencias eléctrica mayores, además hay que tener en cuenta el número de horas y días que estos equipos pasan funcionando, 264 días al año por un promedio de 12 horas diarias.

La siguiente tabla detalla el uso de la energía, (kW/h por día/mes) potencia instalada kW por familia de equipo, la cantidad de equipos conectados al sistema.

**Tabla 38.** Equipos conectados al sistema eléctrico

Familia de Equipos	Potencia instalada kW	Cantidad de Equipos	kWh/día	kWh/mes	Participación en el consumo %
Máquinas específicas para el proceso	29.621	19	269.18	5477.62	45%
Aire Acondicionado	5.98	2	47.82	1051.99	9%
Informática	4.930	24	45.68	1004.89	8%
Iluminación	4.80	72	47.64	1048.06	9%
Refrigeración	0.612	1	7.344	161.57	1%
Ventilación	12.7168	13	152.6016	3357.24	28%
<b>Total</b>	<b>58.652805</b>	<b>131</b>	<b>570.257115</b>	<b>12101.36</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

## 9. Propuestas de Mejoras

Una vez conocidos los consumos y realizado el balance energético de los distintos equipos, se determinó los ahorros potenciales de energía y generaron las propuestas de mejora, para cada una de las medidas seleccionadas, respecto del total de energía utilizada en la operación y respecto del total de energía utilizada en la planta.

### 9.1. Suministro de energía

#### 9.1.1. Optimización de la potencia contratada

Cuando se requiere aumento de la potencia /cambia la tarifa, como es el caso de DRY CLEAN U.S.A, es necesario analizar cuidadosamente los posibles proyectos de crecimiento de la empresa.

Se propone cambiar de tarifa T4 BT INDUS. MEDIANA BINOM.S M/H (Baja tensión industrial mediana medición binomia con medición horaria) a tarifa T4D MT, INDUS.MEDIANABINOM.S M/H, (Media tensión industrial mediana medición binomia con medición horaria).

Considerando que la demanda máxima supera la demanda contratada en un 37 %. Mensualmente se paga un porcentaje por demandar más de lo contratado.

También existe la oportunidad de corregir el bajo factor de potencia, mediante la instalación de capacitores, que compense la energía reactiva que se factura mensualmente ya sea de manera general o individual en dependencia de la necesidad. Igualmente se propone sustituir los motores actuales por motores sincrónicos, estos funcionan como capacitores generan KVAR, su capacidad de generar KVAR depende de la excitación y de la carga conectada, cuando operan con baja excitación no generan los suficientes KVAR para suplir sus necesidades, en consecuencia lo toman de la red eléctrica.

La tabla siguiente detalla el consumo de energía y el importe correspondiente a abril 2016.

**Tabla 39. Factura de Abril 2016**

abr-16	
<b>Razón Social:</b>	INVERSIONES ROMANA GROUP S.A
<b>Operación:</b>	Facturación
<b>Fecha Factura:</b>	28/04/2016
<b>Días Facturados:</b>	30días
<b>Tarifa:</b>	T4 BT
<b>Csmo. Energía:</b>	INDUS.MEDIANABINOM.S M/H 8670 kWh
<b>Csmo. Reactiva:</b>	5649kVARh
<b>Potencia:</b>	38kW
	<b>Concepto</b>
	<b>Importe C\$</b>
Energía (kWh)	40,908.62
Potencia (kW)	21,381.05
Recargo por bajo factor de potencia	622.91
Alumbrado Público	599.03
Comercializacion	1,937.54
Regulacion INE	654.50
IVA	9,915.67
<b>Total</b>	<b>76,019.32</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 40.** *Importe mensual simulado con tarifa T4D media tensión correspondiente a enero 2017.*

<b>Rubros facturados</b>	<b>Consumo kWh</b>	<b>precio</b>	<b>Total</b>
Energía (kWh)	8670	4.294	37228.98
Potencia (kW)	38	488.8718	18577.13
Recargo por bajo factor de potencia	0		0.00
Alumbrado Público			608.66
Comercialización			2010.18
Regulación INE			359.31
IVA			5584.35
<b>Total</b>			<b>C\$64,368.61</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Basado en el análisis de la factura de energía eléctrica, se identificó que existe la oportunidad de cambio de tarifa, pasar de tarifa T4BT en baja tensión a tarifa T4D MT en media tensión, ya que la demanda máxima actual supera en un 37% la demanda contratada, en la tarifa propuesta el importe disminuirá en un 15%, equivalente a 11,650.71.49.

### **9.1.2. Mejorar el factor de carga**

El objetivo de esta propuesta de mejora es compensar la energía reactiva evitando el % de recargo por este concepto, así mismo se reducirá el consumo de energía eléctrica reactiva de la red y se aproximará el factor de carga a la unidad. La acción que se propone es la instalación de un banco de capacitores para reducir el consumo de energía reactiva de la red.

A continuación, se detalla el cálculo de la capacidad del banco de capacitores:

#### **Datos:**

Potencia = 38

FP1 = 0.85

FP2 = 0.96

### Cálculos:

$$FP 1 = \cos Q1 = \cos^{-1}(0.85) = 31.78$$

$$S1 = \frac{P}{\cos Q1} \quad S1 = \frac{38}{0.85} = 44.70 \text{ KVA}$$

$$Q1 = (S1)(\sin Q1) \quad \text{Sustituyendo } Q1 = (44.70)(\sin 31.78) = 23.5416 \text{ KVA}$$

$$FP2 = 0.96$$

$$Q2 = 16.26$$

$$S2 = \frac{38}{0.96} = 39.583 \text{ KVA}$$

$$Q2 = (39.583)(\sin 16.26) = 11.083 \text{ KVAR}$$

$$QC = 23.5416 - 11.083 = 12.4583 \text{ KVAR}$$

Se requiere un capacitor 12.4583 KVAR, para corregir el bajo factor de potencia

La siguiente tabla detalla el ahorro económico estimado al implementar las acciones antes mencionadas:

**Tabla 41.** Cálculo del ahorro estimado

Ahorros anuales estimados		
Acciones	Mes	Anual
Cambio de Tarifa	C\$11,650.71	C\$139,808.58
Compensación KVAR	C\$544.50	C\$6,534.00
Total	<b>C\$12,195.21</b>	C\$146,342.58

Fuente: Elaboración propia

### 9.1.3. Tecnologías Horizontales

En este apartado se detallan las propuestas de mejoras para tecnologías horizontales

- Iluminación

Se propone realizar un refaccionado (retrofit) en el sistema de iluminación de la planta. Esta acción consiste en cambiar algunas partes del luminario actual (balastro electromagnético, lámpara) y sustituirlas por elementos más eficientes.

Las mejoras de eficiencia energética de iluminación irán encaminadas a provechar la luz natural, sensibilizar al personal y limpieza de fuentes de luz.

La tabla 42 detalla el consumo actual y el consumo propuesto una vez implementada la acción.

**Tabla 42.** Ahorro por sustitución de tecnología

AHORRO POR SUSTITUCION DE TECNOLOGIA									
Cant	Equipo existente	Consumo actual kWh/mes	Equipo propuesto	Consumo propuesto kWh/mes	Ahorro estimado kWh/mes	Ahorro en C\$	Inversión requerida * U en C\$	Inversión requerida USD\$	Tiempo de recuperación Meses
30	Lámpara Fluorescente (15 luminarios de 2X75)	594.00	Lámpara Fluorescente 2x32 W	300.96	293.04	1430.04		330	
15	Lámpara Fluorescente (15 luminario de 2X40)	154.88	Lámpara Fluorescente 2x32 W	126.72	28.2	137.42	330.00	165	8
<b>Total</b>		<b>748.88</b>		<b>427.68</b>	<b>321.20</b>	<b>1567.46</b>		<b>495</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

Al sustituir la tecnología actual del sistema de iluminación por lámparas fluorescentes T-8 con balastos electrónicos, se estima un ahorro de 2930.04 kWh/ equivalente a C\$ 1,567.46 mensuales, esto representa al año a US\$ 626.98, la inversión se recupera en 8 meses, pagándose con el ahorro de energía mensual.

La tabla 43 detalla propuestas de mejora y el cálculos de los ahorros estimados.

**Tabla 43.** *Calculo de las propuestas de ahorro*

Razón de ahorro	Ahorro en kWh/mes	Ahorro en kW	Ahorro en C\$/mes	Ahorro en USD\$/mes	Ahorro en USD\$/anuales	Inversión USD\$	Período de recuperación
Por cambio de tarifa			C\$11,650.71	\$388.36	\$4,660.29	0	0
Por compensación de energía reactiva			C\$622.91	\$20.76	\$249.16	\$1,400.00	5 años
Por cambio tecnológico	321.20		C\$1,567.46	\$52.25	\$626.98	\$495.00	8
Por administración de la demanda	0	10	C\$5,782.80	\$192.76	\$2,313.12	\$0.00	0
Por cambio de hábito	1300		C\$6,237.71	\$207.92	\$2,495.08	\$0.00	0
<b>Total</b>	<b>1621</b>		<b>C\$25,861.59</b>	<b>C\$862.05</b>	<b>C\$10,344.64</b>	<b>\$1,895.00</b>	<b>0</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

La combinación de acciones ayudaría compensar los periodos más largos de recuperación de la inversión, considerando que la inversión requerida equivalente a **US\$1,895**, en comparación con el ahorro estimado que equivalente a anual **US\$10,344.64**.

- **Climatización y aire acondicionado**

Se recomienda la sustitución de los dos aires acondicionados actuales, por equipos con tecnología de fluido de refrigerante variable (Inverter) con EER o SEER,, nivel 16 o superior, manteniendo la misma capacidad de enfriamiento en 12 BTU/h.

## **10. Recomendaciones generales**

En este apartado se propone las acciones incluyendo el empleo de energías alternativas, dichas acciones en recomendaciones de mejoras específicas, las mejoras serán de forma general, atendiendo la siguiente clasificación:

- Mejoras en suministros energéticos.
- Sustitución de equipos por otros más eficientes.
- Buenas prácticas en el uso de los equipos existentes, mediante su óptima regulación y/o uso eficiente de los mismos.
- Sustitución de fuentes energéticas / Aprovechamiento de calores residuales.
- Diseño del sistema de gestión energética.

Dichas acciones de ahorro engloban y constituyen las conclusiones obtenidas mediante la elaboración de la Auditoría Energética. Las propuestas de acción son elaboradas con el fin de reducir el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, consiguiendo una mayor eficiencia energética de la empresa.

### **10. Mejoras de eficiencia energética en el suministro energético**

#### **10.1.1. Optimización de la potencia contratada**

##### **Objetivos:**

Evitar el exceso de potencia contratada ya que la contratación de una potencia excesiva implicaría el pago por una parte de potencia que no se utiliza. E igualmente contratar una potencia muy por debajo de la demanda instalada.

##### **Acciones**

Esta medida consiste en el cambio de la potencia contratada por otro que se ajuste a las necesidades reales mediante el desplazamiento de la demanda en el de consumos históricos observado.

### **10.1.2. Mejorar el factor de carga**

#### **Objetivos:**

- Compensar la energía reactiva evitando el % de recargo por este concepto.
- Reducir así el consumo de energía eléctrica reactiva de la red
- Aproximar el factor de carga lo más cercano a la unidad (1)

#### **Acciones:**

- Instalar un banco de condensadores por parados o en general.
- Dimensionar el banco de condensadores a partir de las mediciones eléctricas realizadas para reducir el consumo de energía eléctrica reactiva de la red.

### **10.1.3. Sistema Productivo**

#### **Producción**

La programación y optimización de la producción es un área que ofrece un alto potencial en cuanto a la reducción de los consumos energéticos. Equilibrar el ritmo productivo de la industria contribuye a mejorar los rendimientos energéticos de los procesos y por ende a racionalizar el uso de la energía. En este sentido las medidas a destacar son las siguientes:

- Modificar las condiciones de operación que provocan saltos en la demanda.
- Emplear los equipos de mayor rendimiento a su máxima capacidad y los de menor rendimiento sólo cuando sea necesario.
- Programar las operaciones de mantenimiento para los tiempos de parada de la instalación.
- Adquirir equipos de capacidad y tamaño óptimo, con alto rendimiento energético.
- Utilizar el transporte por gravedad siempre que sea posible.
- Programar las operaciones básicas discontinuas.

- Apagar equipos de transporte o de calentamiento cuando no sean necesarios.
- Emplear controles automáticos para evitar las crestas y valles en la demanda.
- Variar los diseños de producción para reducir los consumos energéticos del proceso.

#### **10.1.4. Determinar el tiempo óptimo de parada**

##### **Objetivos:**

- Disminuir el consumo no productivo del equipo
- Mejorar los consumos unitarios
- Establecer un tiempo mínimo a partir del cual el consumo estacionario y el consumo de pico de arrancada se compensan,
- Aumentar la eficiencia energética apagando el equipo en vez de tenerlo en espera (stand by).

##### **Acciones:**

- Determinar el tiempo óptimo de parada, comparar las mediciones de consumo estacionario frente a las mediciones del pico de arrancada del equipo, también se tendrá que valorar el trabajo preparatorio que se necesite a la hora de arrancar el equipo.
- Reducir las pérdidas del envolvente (aislamiento) en elementos del sistema productivo con necesidades de calor y frío.

##### **Objetivos:**

- Reducir pérdidas a través de las paredes hasta 40%.

##### **Acciones:**

- Verificar estado aislamiento (visual, termografía, etc)
- Instalar, reparar o aumentar el espesor del aislamiento.
- Elegir el aislamiento adecuado.
- Realizar un programa de mantenimiento.

### **10.1.5. Tecnologías horizontales**

#### **Iluminación**

Las mejoras de ahorro y eficiencia energética en la iluminación irán encaminadas a:

- Aprovechar la luz natural
- Sensibilizar al personal
- Limpiar fuentes de luz y luminarias

#### **Instalación de equipos de limitación de funcionamiento**

- Temporizadores
- Limitadores de luz
- Interruptores horarios
- Detectores de movimiento
- Interruptores de tarjeta
- Reguladores de luz

#### **Alumbrado exterior**

- Sustituir incandescencia, halógenos y mezcla por halogenuros metálicos
- Evitar tecnología fluorescente.

#### **Alumbrado interior**

- Zonas grandes, habitaciones y pasillos: sustituir incandescencia por LFC
- Almacenes, zonas de servicio y baños: usar fluorescentes

#### **Instalación de balastos electrónicos en las lámparas de fluorescencia**

#### **Objetivos:**

- Alimentar los tubos fluorescentes a una frecuencia de 60 kHz,
- Mejorar el rendimiento lumínico de la lámpara, Reducir su consumo,
- Eliminar el parpadeo y el efecto estroboscópico y
- Alargar su vida útil.

**Acciones:** Instalación de balastos electrónicos en los tubos fluorescentes (retrofit)

- Optimización del encendido-apagado de las distintas etapas y/o compresores.

**Objetivos:**

Reducción en un 15%-25% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (debido a la disminución del consumo eléctrico).

**Acciones:**

- Instalación de un equipo de control que optimiza el encendido y apagado de las distintas etapas y/o compresores

Se trata de un equipo de control que optimiza el encendido y apagado de las distintas etapas y/o compresores, alterando las temperaturas de arranque y parada de los mismos. El módulo optimizador ajusta el arranque y la parada del compresor de tal modo que la planta satisfaga la carga de refrigeración funcionando con temperaturas de evaporación más elevadas que el control original.

#### **10.1.6. Generación y distribución de vapor**

Las mejoras de ahorro y eficiencia energética en la generación y distribución de aire comprimido irán encaminadas a:

- Reducción de la presión de aire al mínimo permitido instalar secadores eficientes en redes para evitar purgas
- Introducción de variadores de frecuencia en compresores
- Alimentación del aire a la menor temperatura posible
- Recuperación de energía en compresores
- Compresores de aire tipo modulante
- Reducción de fugas en las redes

## **11. Sistema de Gestión Energética DRY CLEAN U.S.A.**

Con el objetivo de involucrar a toda la organización en el esfuerzo de administrar la energía eficientemente una vez que se determine las acciones a implementar. Se elabora una propuesta Política Energética con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos. A continuación se muestra una propuesta de elaborada para DRY CLEAN U.S.A.

### **11.1. Definición de política energética (Propuesta)**

*La empresa DRY CLEAN ha adoptado la gestión de la energía como una filosofía de actuación que se identifica con las siguientes directrices:*

- *Cumplir con todas las reglamentaciones y procedimientos relativos a la eficiencia energética.*
- *Asumir el compromiso de mejora continua en el desempeño energético*
- *Capacitar a todo el personal para que realice sus actividades con un consumo responsable de los recursos energéticos utilizados en el proceso de lavado y planchado a vapor.*
- *Evaluar en forma regular la información de desempeño energético.*
- *Asegurar la disponibilidad de información y recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas energéticas planteadas por la empresa DRY CLEAN U.S.A.*
- *Establecer los mecanismos fundamentados que necesarios para conseguir la máxima eficacia en nuestro sistema de gestión.*
- *Adoptar metodologías de trabajo basadas en la evidencia, la gestión a partir de datos y la disciplina del trabajo en equipo.*
- *Informar de la política de energética mediante su publicación y revisarla para su adaptación a los cambios.*

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

## **11.2. Propuesta de Sistema de Gestión Energética**

A manera de resumen se presenta un esquema del sistema de gestión de la energía, basado en los en las oportunidades de mejora identificada, cabe mencionar que las áreas relacionadas directas e indirectamente operan sin ningún tipo de procedimiento lo que hace más complejo la elaboración del diseño de Gestión.

La tabla 44 detalla las acciones a realizar para el desarrollo del Sistema de Gestión de la Energía, basado en la ISO 50001, (Gestión de la Energía).

**Tabla 44.** *Propuesta del Sistema de Gestión Energética para DRY CLEAN U.S.A*

<b>Matriz de diseño documental</b>		
<b>ISO 50001 : 20011</b>		
<b>Requisitos</b>	<b>Título</b>	<b>Ubicación en el Sistema de la empresa</b>
1	Requisitos generales	Manual de Gestión
2	<b>Responsabilidad de la dirección</b>	
2.1.	Alta dirección	Manual de Gestión
2.1.1.	Representante de la dirección	Manual de Gestión. Resolución de nombramiento
2.2.	Política energética	Política de gestión
2.3.	<b>Planificación</b>	
2.3.1.	Generalidades	Planificación estratégica
2.3.2.	Requisitos legales y otros	No esta definido , elaborar un Procedimiento General, Gestión de documentos
2.3.3.	Revisión energética	No está definido, elaborar nuevo procedimiento para la Gestión de la Energía
2.3.4.	Línea de base energética	No está definido, elaborar nuevo procedimiento para la Gestión de la Energía
2.3.5.	Indicadores de desempeño	Fichas de proceso
2.3.6.	Objetivos energéticos, metas y planes de acción para la Gestión de la energía.	No existe, elaborar plan de acciones de gestión de la energía, partiendo del programa de ahorro energético existente
2.4.	<b>Implementación y operación</b>	
2.4.1.	Generalidades	Manual de Gestión
2.4.3.	Competencia, formación y toma de conciencia	Manual de Gestión, Procedimiento, Gestión de los recursos Humanos
2.4.4.	Comunicación	Manual de Gestión
2.4.5.	Documentación	Procedimiento General, Gestión de la Documentación
2.4.6.	Control operacional	Instrucciones de trabajo de equipos y operaciones
2.4.8.	Diseño	Ficha de proceso . Gestión de la Dirección
2.4.7.	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.	Procedimientos Generales: Evaluación de proveedores, Contratación económica, Inspección inicial de productos comprados , procedimientos técnicos, aseguramiento técnico del material.
2.5.	<b>Verificación</b>	
2.5.1.	Seguimiento, medición y análisis	Procedimiento técnico . Control de los instrumentos de medición. Nuevo procedimiento para la gestión de la energía.
2.5.2.	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos.	Manual Sistema de Gestión, procedimiento General
2.5.3.	Auditoria interna al sistema de gestión de la energía	Procedimiento General
2.5.4.	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva.	Procedimiento General
2.5.5.	Control de los registros.	Procedimiento General
2.5.6.	Revisión por la dirección	Manual Sistema de Gestión

*Fuente: Elaboración propia, basada en la Norma ISO 50001 (Gestión de la Energía)*

### **11.3. Evaluación del Desempeño Energético**

Corresponde a la etapa diagnóstica desarrollada en esta auditoría energética, en la que adicionalmente se han proyectado los ahorros esperados en función de las acciones propuestas.

### **11.4. Revisión de los requisitos legales y reglamentarios**

En este apartado se muestran los resultados de la investigación, con fin de identificar el marco legal y reglamentario nacional que regulan las operaciones y actividades relacionadas al uso, consumo de la energía eléctrica y la eficiencia energética. Igualmente se muestran resultados en materia de higiene y seguridad en el marco de la ley 618, Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo determinada por el Ministerio de trabajo, con el fin de identificar los requisitos mínimos en materia de higiene y seguridad en los centros de trabajo.

En este sentido se presenta una breve descripción y objetivo de cada ley, normativa y su relación con la investigación a continuación se enlistan los artículos aplicables relacionados a esta investigación.

En materia de uso de la energía, en el siguiente apartado se detalla todas las características de contratación de un servicio de energía eléctrica, tanto para el proceso de comercialización como para la distribución a continuación se detallan los capítulos relacionados, relacionados al uso, consumo de la energía y la eficiencia energética.

### **11.5. Cumplimiento de los requisitos legales**

Este aspecto constituye uno de los elementos importante para la realización de la presente investigación, partiendo de la información que se consultó en las leyes y normativas aplicables al uso, consumo, aplicación de la eficiencia energética y los factores ambientales en los centros de trabajo, se contó con un listado de los artículos correspondientes a cada una de las pautas legales. La siguiente tabla<sup>46</sup> detalla a manera de resumen el cumplimiento de los requisitos legales.

**Tabla 45.** *Cumplimiento de Requisitos Legales*

Nombre del requisito	Tipo de requisito		cumplimiento
	Legal = L	Otro = O	
<i>la Ley de la Industria Eléctrica Ley No 272 (1.1. Normativa de servicio Resolución No. 006-2000)</i>	L		SI
<i>la Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica, (1.2. RESOLUCION NO. 14 – 2000, NORMATIVA DE TARIFAS</i>	L		NO
<i>Ley 618 Normativa de Higiene y seguridad del trabajo (Norma Ministerial en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo en el sector de Maquilas de Prendas de Vestir en Nicaragua.</i>	L		NO
<i>Norma Ministerial sobre los Lugares de Trabajo, sobre Higiene Industrial en los Lugares de Trabajo CAPITULO I</i>		O	NO
<i>Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Eficiencia Energética. Acondicionadores de Aire Tipo Ventana, Dividido y Paquete. Rangos de Eficiencia Energética (NTON 10 017 – 09)</i>		O	NO
<i>Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Eficiencia Energética. Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas. Requisitos De Eficiencia (Nton 10 008 – 07)</i>		O	NO
<i>Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Eficiencia Energética. Motores De Corriente Alterna, Trifásicos De Inducción, Tipo Jaula De Ardilla, En Potencia Nominal De 0,746 A 373 kW. Límites, Métodos De Prueba Y Etiquetado.</i>		O	NO

*Fuente: Elaboración propia*

### 11.6. Objetivos y metas de acción del Sistema de Gestión de Energética

En base a la política, a la evaluación de aspectos energéticos, de los requisitos Legales y otros requisitos voluntarios, la organización debía establecer, implementar y mantener objetivos energéticos que debían ser medibles. En este caso, los objetivos básicos con respecto al consumo energético dentro de las instalaciones fueron:

- Seguimientos de los consumos: Demanda y consumo de energía.
- Reducción de los consumos derivados de la iluminación en un 3 %: sección de instalaciones, mantenimiento de las luminarias y sustitución de las mismas al final de su vida útil por más eficientes.
- Reducción del consumo energético derivado de las máquinas utilizadas en el proceso, mediante la compensación y administración de la demanda, un 10%.

El siguiente formato se propone para el seguimiento de los consumos.

- Cambio de tarifa

**Tabla 46.** *Formato de seguimiento de los consumos de energía y demanda*

<b>Seguimiento de los consumos DRY CLEAN U.SA.</b>			
<b>Mes</b>	<b>kW</b>	<b>kVArh</b>	<b>kWh</b>
<b>ene-15</b>	37	4924	7790
<b>feb-15</b>			
<b>mar-15</b>			
<b>abr-15</b>			
<b>may-15</b>			
<b>jun-15</b>			
<b>jul-15</b>			
<b>ago-15</b>			
<b>sep-15</b>			
<b>oct-15</b>			
<b>nov-15</b>			
<b>dic-15</b>			

*Fuente: Elaboración propia.*

## 11.7. Indicadores de desempeño energéticos

Para la elaboración de los IDEn de DRY CLEAN U.S.A. Se utilizarán como insumos las facturas de energía eléctrica, cotejados contra los indicadores correspondientes y se propone disminuir un 30% partiendo de valar actual.

**Tabla. 47.** *Indicadores de desempeño energético*

<b>INDICADORES ENERGETICOS</b>			
<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Metas</b>
Indicador energético por unidad de productos	kWh/mes-kg	0.23	0.16
Indicador energético por área total	kWh/mes-m <sup>2</sup>	4.3	3.0
Índice de potencia instalada por área total	W/m <sup>2</sup>	29.1	20.4
Índice de potencia instalada por persona	W/persona	1832.90	1283.03

*Fuente: Elaboración propia*

## 12. Conclusiones

Basado en los resultados obtenidos en la Auditoría Energética realizada a la empresa DRY CELAN U.S.A. Se ha considerado las propuestas de mejoras detalladas en la siguiente tabla:

**Tabla 48.** Propuesta de mejoras

<b>NO</b>	<b>Propuestas de Mejoras</b>
1	Por cambio de tarifa
2	Por compensación de energía reactiva
3	Por cambio tecnológico
4	Por administración de la demanda
5	Por cambio de hábito

*Fuente: Elaboración propia*

Estas medidas de mejoras están dirigidas a los principales sistemas de consumo energético de DRY CLEAN U.S.A. En el gráfico 4, que representa la distribución de consumo de energía eléctrica por sistemas, se puede concluir que dichos sistemas son las máquinas utilizadas en el proceso de lavado en seco, ventilación e iluminación.

El sistema de máquinas utilizadas en el proceso de lavado en seco representa 45% del consumo de energía eléctrica total. Este porcentaje es tan significativo debido a que es una empresa de carácter de servicio. Los gastos derivados del sistema de máquinas, se pretenden reducir respetando el carácter de la instalación y aplicando las medidas siguientes:

- 1- Cambio de tarifa
- 2- Compensación del factor de potencia
- 3- Administración de la demanda.

El sistema de ventilación a pesar aportar el 28% del consumo total, no se consideró en las mejoras ya que era necesario reubicarlo totalmente y crear las condiciones para uno nuevo.

En cuanto al sistema de iluminación este representa un consumo menor con respecto al sistema de máquinas, el 9%, pero es de gran importancia para el desarrollo de las actividades del proceso, igualmente por la cantidad de horas de utilización de este sistema, es por ello que propone:

1- Sustitución de lámparas fluorescentes tubulares de tipo LF T-12 de 40 por lámparas fluorescentes tubulares de tipo LF T-8 de 32.

Tras el análisis de las mejoras propuestas, su viabilidad técnica y económica. Se establece el conjunto de medidas que más se adecue a las necesidades de las instalaciones. Con las mejoras de mejoras propuestas se reduce el consumo un 30%, dando como resultado un periodo de retorno de dos meses.

### **13. Recomendaciones Generales**

DRY CLEAN U.S.A. es una empresa que demostró estar interesada en la iniciativa Gestión energética a pesar de las limitantes existentes fue posible caracterizar la, mediante el involucramiento de diferentes áreas de la compañía (compras, comunicaciones, producción)-

Se recomienda que DRY CLEAN USA desarrolle las mejoras y planes de acción propuestas en la auditoria y se adopte un sistema de monitoreo de acuerdo al Sistema de Gestión de la Energía. Para mejorar la gestión de la energía.

La Auditoria Energética y la propuesta del Sistema de Gestión de Energética, proporcionaron información valiosa que permite clarificar hacia dónde se deben enfocar los esfuerzos en los próximos pasos.

## 14. Bibliografía

1. Instituto Nicaragüense de Energía. (17 de Julio de 2001). Normativa de Servicio Eléctrico Resolución 006-0001. Normativa de Servicio Eléctrico Resolución 006-0001. Managua.
2. García, M. (07 de 02 de 2012). Iluminación Puestos Trabajo criterios para su evaluación y acondicionamiento. Recuperado el 30 de 12 de 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo: <http://www.oect.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf>
3. Instituto Nicaragüense de Energía. (27 de Junio de 2000). Normativa de Tarifa NO. 14 - 2000. Normativa de Tarifa NO. 14 - 2000. Managua, Nicaragua.
4. Ministerio de fomento Industria y Comercio. (2007). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética para Motores. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética para Motores. Managua, Nicaragua.
5. Ministerio de Industria y Comercio. (2009). NTON de Eficiencia Energética para AA. (NTON 10017-09). NTON de Eficiencia Energética para Aires Acondicionados. (NTON 10017-09). Managua, Nicaragua.
6. Ministerio de Industria y Comercio. (2007). Requisitos De Eficiencia (NTON 10 008 – 07). Requisitos De Eficiencia (NTON 10 008 – 07). Managua, Nicaragua.
7. Ministerio del Trabajo. (Marzo de 2008). Compilación de Leyes y Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo. Compilación de Leyes y Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo. Managua, Nicaragua.
8. Ministerio del trabajo. (3 de Agosto de 2001). Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo Ley 618. Norma Ministerial en Materia de Higiene y Seguridad del trabajo en el sector maquila. Managua, Nicaragua.

9. Ministerio del trabajo. (Marzo de 2008). Compilaciones de Leyes y Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo. Managua.
10. NTN 10 001-13/ISO 50001 (Norma Técnica Nicaragüense, Sistema de Gestión de la Energía, Requisitos con orientación para su uso).
11. Norma Técnica Nicaragüense. Requisitos para la elaboración de auditorías energéticas (NTN 10- 10 001-13).

## 15. ANEXOS

### A. Normativa de Servicio. Resolución No. 006-2000

“En la presente Normativa (006-2000 NSE) se establecen los procedimientos y criterios aplicables en las relaciones entre la Empresa de Distribución de energía eléctrica y sus clientes o consumidores de energía eléctrica, referidas a la función de distribución y de comercialización; esta Normativa está de acuerdo con los criterios y disposiciones establecidas en la Ley de la Industria Eléctrica (Ley No 272), que se denomina la Ley y en su Reglamento, aprobado por Decreto No. 42-98 y publicado en La Gaceta del día 23 de junio de 1998, así como en sus actualizaciones y revisiones.” ( Instituto Nicaraguense de Energía, 2001)

**NSE 2.2.2.** “Los clientes o consumidores tienen la obligación de mantener sus instalaciones eléctricas y de utilizar la energía eléctrica en forma adecuada, de modo que no interfieran en el suministro del servicio eléctrico de otros y no representen peligro para la seguridad de las personas y de sus bienes.” ( Instituto Nicaraguense de Energía, 2001).

**NSE 2.2.3.** “Es responsabilidad del cliente que el diseño, instalación, operación y mantenimiento de sus instalaciones cumplan con el CIEN. El diseño de la instalación debe contar con la aprobación de una autoridad competente refrendada por el INE.” ( Instituto Nicaraguense de Energía, 2001).

**NSE 2.1.11.** “La Empresa de Distribución deberá mantener el servicio dentro de los criterios de calidad establecidos en su Contrato de Concesión, en la presente Normativa, y en la Normativa de Calidad del Servicio aprobada por el INE. En el caso de interrupciones programadas, deberá avisar a los clientes que serán afectados por dichas interrupciones con tres (3) días de antelación”. ( Instituto Nicaraguense de Energía, 2001).

## **B. Normativa de Tarifa. Resolución No. 14 – 2000.**

**TRF 1.1.1 Objetivo:** En la presente Normativa se establecen los procedimientos y criterios a aplicar por el INE para definir la estructura y las bases de los regímenes tarifarios para los precios regulados del servicio de distribución, de acuerdo a los criterios y disposiciones establecidas en la Ley No. 272, Ley de la Industria Eléctrica, que en adelante se denominará la Ley, y su Reglamento General, así como los criterios y procedimientos para su actualización y revisión”. (Instituto Nicaraguense de Energía , 2000)

**TRF 6.1.4.** “Factor de potencia. Las tarifas establecidas en los Pliegos Tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo (Coseno fi) igual o superior a 0,85. Luego de 18 meses de la entrada en vigencia de esta Normativa se pasará a utilizar un coseno fi de 0,90.” (Instituto Nicaraguense de Energía , 2000)

**TRF 6.1.5** “Recargo por incumplimiento del factor de potencia. La Empresa de Distribución aplicará al cliente un cargo adicional cuando el factor de potencia de la carga instalada sea menor que el establecido como límite sin recargo según la presente Normativa. El factor de potencia no podrá ser adelantado”. (Instituto Nicaraguense de Energía , 2000)

“El recargo a aplicar se calculará como la suma de los cargos por energía y demanda de la factura, multiplicado por la diferencia entre el límite vigente (0.85 ó 0.90, según corresponda) y el factor de potencia registrado o calculado de acuerdo a la potencia activa y reactiva registrada”. (Instituto Nicaraguense de Energía , 2000)

“Se utilizarán las mediciones y registros que se estipula en esta Normativa para evaluar el factor de potencia. Si surgiese que dicho factor de potencia es inferior al establecido como límite sin recargo, la Empresa de Distribución notificará al cliente y le cobrará el recargo correspondiente sobre los cargos por energía y demanda de la factura respectiva”. (Instituto Nicaraguense de Energía , 2000).

### **C. Higiene y seguridad**

Las condiciones de higiene y seguridad en los ambientes de trabajos son indispensables para evitar problemas de salud a los trabajadores, en este sentido es evidente que la empresa DRY CLEAN, debe mejorar las condiciones de iluminación y ventilación ya que estos parámetros ambientales están por debajo de lo normado, existe ventilación pero esta no se distribuye correctamente ya que el sistema de vapor lo obstaculiza el paso del aire.

Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo Ley No. 618

DRY CLEAN U.S.A. Debe tener en cuenta las disposiciones de las normativas que se detallan a continuación: Norma Ministerial en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo en el sector de Maquilas de Prendas de Vestir en Nicaragua.

Objeto: “La presente Norma tiene por objeto establecer los procedimientos y disposiciones estandarizadas de Higiene y Seguridad del Trabajo aplicables a las empresas maquiladoras de prendas de vestir en Nicaragua, para prevenir o limitar los factores de riesgo que son causa fundamental de accidentes de trabajo, y/o enfermedades profesionales”. (Ministerio del trabajo, 2001)

#### **Ruidos**

“Artículo 96. Los ruidos se evitarán o reducirán en lo posible en su foco de origen, tratando de aminorar su propagación en los locales de trabajo, cumpliendo las condiciones establecidas en el anexo 3 de la Norma Ministerial sobre Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo, publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 146 del 3 de Agosto de 2001”. (Ministerio del trabajo, 2001).

“Artículo 97. A partir de los 85 db(A) para 8 horas de exposición y siempre que no se logre la disminución del nivel sonoro por otros procedimientos, se emplearán obligatoriamente dispositivo de protección personal, tales como orejeras y/o tapones.

Ruidos Continuos o Intermitentes.” (Ministerio del trabajo, 2001).

## Iluminación

“Artículo 100. La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de unas condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular y desarrollar sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud así como de terceros con un confort visual aceptable, conforme a las disposiciones contenidas en el anexo 2 de la Norma Ministerial sobre Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo, La Gaceta, Diario Oficial, No. 146 del 3 Agosto del 2001”. (Ministerio del trabajo, 2001)

“Artículo 101. Los límites de iluminación permisibles en los lugares de trabajo en las Empresas Maquiladoras de Prendas de Vestir quedan establecidos en las siguientes Áreas de Trabajo:

ÁREAS DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO PERMITIDO	
	ILUMINACIONES (LUX)	
	CLAROS	OSCUROS
Planchado	500	700
Líneas de Ensamble	500	700
Inspección	700	1000
Corte	500	700
Deshilache	700	1000
Lavandería	300	---
Secado	300	---
Calderas	300	---
Limpieza	700	1000
Empaque	300	---
Bodegas: Insumo	200	---
Rollos	100	---
Mantenimiento	500	---

### D. Condiciones Ambientales de los Lugares de Trabajo

Manual sobre condiciones de trabajo: Ventilación, temperatura y humedad

1.1.13. A. “Las emanaciones de polvos, fibras, humos, gases, vapores o neblinas en los locales de trabajo, serán extraídos, en lo posible por sistemas de extracción localizada, evitando su difusión por la atmósfera”. (Ministerio del Trabajo , 2008)

1.1.13. b. “Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestias para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse los excesos de calor y frío, la humedad, las corrientes de aire molestas, los cambios bruscos de temperatura, la irradiación, en particular, la

radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques instalados, y los olores desagradables”. (Ministerio del Trabajo , 2008).

1.1.13. C. “A fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables de los locales de trabajo, la renovación mínima del aire de estos locales será de: 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados y de 50, en los casos restantes”. (Ministerio del trabajo, 2008).

1.1.13. E. “En los locales de trabajo especialmente expuestos al riesgo de incendio o explosión no deberán existir hornos, hogares, calderas ni dispositivos de fuego libre, ni se emplearán maquinarias, elementos o mecanismos que produzcan chispas o cuyo calentamiento pueda originar incendios por contacto o proximidad con sustancias inflamables. Se vigilará la humedad ambiental en los locales de trabajo que se empleen metales o sustancias que al reaccionar con el agua puedan originar incendios o explosiones”. (Ministerio del trabajo, 2008).

## **E. Eficiencia Energética**

De algún manera DRY U.S.A. implementa medidas de Eficiencia Energética mediante la sustitución de equipos y trata de mantenerse apegado a las exigencias legales y normativas aplicables para este tipo de negocio en materia de uso y consumo de energía, en año 2012, realizo sustitución de caldera a gas a una de mayor capacidad, para generación de vapor, esta iniciativa contribuye a ahorros económicos directos. A continuación se detalla los NTON de Eficiencia Energéticas aplicables a tecnologías horizontales.

### **NTON 10 017 – 09 (Acondicionadores de Aire Tipo Ventana, Dividido y Paquete. Rangos de Eficiencia Energética)**

#### **1. OBJETO**

Esta norma tiene por objeto establecer los rangos de eficiencia energética de los acondicionadores de aire. (Ministerio de Industria y Comercio, 2009 )

#### **2. CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma cubre todos los equipos de acondicionadores de aire tipo ventana, dividido, paquete con capacidades nominales de enfriamiento de hasta 17,589 W (60 000 BTU/h). (Ministerio de Industria y Comercio, 2009 ).

La relación de eficiencia energética para cada tipo de acondicionadores de aire debe ser como mínimo la establecida en la Tabla 1, 2 y 3.

<b>Tabla 1. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad <math>\leq 7038</math> W ( <math>\leq 24000</math> Btu/h)</b>				
Tipo (valores mínimos)				
Clase	Ventana	Paquete	Dividido (* )	
			Con ducto	Sin ducto
A	2,69 (9,2)	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)
B	2,57 (8,77)	NA	3,22 (10,98)	2,75 (9,39)
C	2,34 (7,98)	NA	2,34 (7,98)	2,34 (7,98)

(\*) El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador

<b>Tabla 2. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad <math>&gt; 7038</math> W a <math>\leq 10553</math> W (<math>&gt; 24000</math> Btu/h a <math>\leq 36000</math> Btu/h)</b>				
Tipo (valores mínimos)				
Clase	Ventana	Paquete	Dividido (* )	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)
B	2,26 (7,71)	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)
C	2,05 (7,00)	2,60 (8,87)	2,46 (8,39)	2,46 (8,39)

(\*) El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador

Tabla 3. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad >10 553 W a 17 589 W (>36 000 Btu/h a 60 000 Btu/h)				
Tipo (valores mínimos)				
Clase	Ventana	Paquete	Dividido (* )	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3.67 (12.5)	3.67(12.5)	3.67(12.5)
B	NA	3.22 (11.00)	3.22 (11.00)	3.22 (11.00)
C	NA	2.60 (8.87)	2.46 (8.39)	2.46 (8.39)

(\*) Valor de EER se determina para conjunto condensador y evaporador.

“Para determinar los valores de la relación de eficiencia energética de los acondicionadores de aire definidos en esta norma, se debe aplicar el siguiente método de ensayo establecido en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética. Comportamiento de Acondicionados de Aire y Bombas de Calor sin Ducto – Métodos de Ensayo y Clasificación. En su versión vigente”. (Ministerio de Industria y Comercio, 2009 ).

- **NTON 10 008 – 07 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Eficiencia Energética. Lámparas Fluorescentes Compactas Auto balastradas. Requisitos de Eficiencia**

OBJETO: “Establecer los límites mínimos de eficiencia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. (LFCA); también pretende ser un instrumento de política energética, con miras a promover un uso más eficiente de la energía eléctrica para fines de iluminación”. (Ministerio de Industria y Comercio , 2007).

## **Campo de Aplicación**

Esta norma aplica a lámparas fluorescentes compactas de cátodo caliente y balastro integrado, con casquillo que permita colocarlas en portalámparas incandescentes convencionales (E-26 y E-27), a una tensión nominal comprendida entre 110 V y 130 V (o entre 220 V y 240V), de corriente alterna y a una frecuencia de 60 Hz. Con potencia nominal entre 5W y 110 W inclusive. (Ministerio de Industria y Comercio , 2007)

### **Requisitos:**

Potencia medida. La potencia medida de una LFCA, conectada al voltaje nominal de la lámpara, no debe ser mayor que el 15% que la potencia nominal de la lámpara. Vida Útil. La vida útil de una LFCA debe ser por lo menos de 6000 horas.

Flujo luminoso mínimo. El flujo luminoso mínimo medido en cualquier unidad del lote de lámparas fluorescentes compactas y circulares, inmediatamente después del periodo de envejecimiento (100 h), no debe ser menor al 90 % del flujo nominal declarado por el fabricante. El flujo luminoso mínimo medido en cualquier unidad del lote de lámparas fluorescentes compactas y circulares, inmediatamente después de un periodo de envejecimiento de 2000 h, no debe ser menor al 80 % del flujo nominal declarado por el fabricante. (Ministerio de Industria y Comercio, 2009 ).

Límites de eficacia para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas

*LFCA sin Envolverte*

<b>Intervalos de Potencia</b>	<b>Eficacia Mínima(Lm/W)</b>
Menor o igual que 7	W 40,5
Mayor que 7 W y menor o igual que 10	W 44,5
Mayor que 10 W y menor o igual que 14	W 46,0
Mayor que 14 W y menor o igual que 18	W 47,5
Mayor que 18 W y menor o igual que 22	W 52,0
Mayor que 22	W 56,5

*LFCA Con Envolverte*

<b>Intervalos de Potencia</b>	<b>Eficacia Mínima(Lm/W)</b>
Menor o igual que 7	W 31,0
Mayor que 7 W y menor o igual que 10	W 34,5
Mayor que 10 W y menor o igual que 14	W 36,0
Mayor que 14 W y menor o igual que 18	W 40,5
Mayor que 18 W y menor o igual que 22	W 45,0
Mayor que 22	W 45,0

- **NTON 10 007 – 08 (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Eficiencia Energética. Motores De Corriente Alterna, Trifásicos De Inducción, Tipo Jaula De Ardilla, En Potencia Nominal De 0,746 A 373 kW. Límites, Métodos De Prueba Y Etiquetado)**

El objetivo de esta Norma es establece los valores de eficiencia nominal y mínima asociada, el método de prueba para su evaluación, y la especificación de etiquetado, en la placa de datos de los motores que se comercializan en Nicaragua. (Ministerio de fomento Industria y Comercio, 2007)

### **Campo de Aplicación**

Esta norma se aplica a motores eléctricos abiertos y cerrados de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW hasta 373 kW, con tensión eléctrica nominal hasta 600 V, 60 Hz, de posición de montaje horizontal o vertical. (Ministerio de fomento Industria y Comercio, 2007)

### Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia energética de motores de inducción trifásicos en potencia nominal de 0,746 a 373 kW, se precisa como prueba única el método descrito en el capítulo 7 de la presente Norma, (Ministerio de fomento Industria y Comercio, 2007)

Valores de eficiencia nominal a plena carga para motores Verticales y horizontales, en por ciento.

Potencia Nominal KW	Potencia Nominal CP	MOTORES CERRADOS				MOTORES ABIERTOS			
		2 Polos	Polos 4	6 Polos	Polos 8	Polos 2	Polos 4	Polos 6	Polos 8
0,746	1	80	82,5	80,0	74,0	75,5	82,5	80,0	74,0
1,119	1,5	82,5	84,0	85,5	77,0	82,5	84,0	84,0	75,5
1,492	2	84,0	84,0	86,5	82,5	84,0	84,0	85,5	85,5
2,238	3	85	85	87,5	84,0	84,0	86,5	86,5	86,5
3	4	85	86	87,5	84,5	-	-	-	-
3,730	5	87,5	87,5	87,5	85,5	85,5	87,5	87,5	87,5
4	-	87,5	87,5	-	-	-	-	-	-
4,5	6	88	88,5	87,5	85,5	-	-	-	-
5,595	7,5	88,5	89,5	89,5	85,5	87,5	88,5	88,5	88,5
7,460	10	89,5	89,5	89,5	88,5	88,5	89,5	90,2	89,5
9,2	12,5	89,5	90	89,5	88,5	-	-	-	-
11,19	15	90,2	91,0	90,2	88,5	89,5	91,0	90,2	89,5
14,92	20	90,2	91,0	90,2	89,5	90,2	91,0	91,0	90,2
18,65	25	91,0	92,4	91,7	89,5	91,0	91,7	91,7	90,2
22,38	30	91,0	92,4	91,7	91,0	91,0	92,4	92,4	91,0
29,84	40	91,7	93,0	93,0	91,0	91,7	93,0	93,0	91,0
37,30	50	92,4	93,0	93,0	91,7	92,4	93,0	93,0	91,7
44,76	60	93,0	93,6	93,6	91,7	93,0	93,6	93,6	92,4
55,95	75	93,0	94,1	93,6	93,0	93,0	94,1	93,6	93,6
74,60	100	93,6	94,5	94,1	93,0	93,0	94,1	94,1	93,6
93,25	125	94,5	94,5	94,1	93,6	93,6	94,5	94,1	93,6
111,9	150	94,5	95,0	95,0	93,6	93,6	95,0	94,5	93,6
132	175	94,7	95	95	94,1	94,1	95	94,5	93,6
149,2	200	95,0	95,0	95,0	94,1	94,5	95,0	94,5	93,6
186,5	250	95,4	95,0	95,0	94,5	94,5	95,4	95,4	94,5
223,8	300	95,4	95,4	95,0	---	95,0	95,4	95,4	---
261,1	350	95,4	95,4	95,0	---	95,0	95,4	95,4	---
298,4	400	95,4	95,4	---	---	95,4	95,4	---	---
335,7	450	95,4	95,4	---	---	95,8	95,8	---	---
373	500	95,4	95,8	---	---	95,8	95,8	---	---

Fuente: **NTON 10 007 – 08**