

# **Universidad Acción Pro-Educación y Cultura (UNAPEC)**

**DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA FÁBRICA  
CILINDROS NACIONALES CXA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA MAYO-AGOSTO  
2012”.**

**“Trabajo de Grado para Optar por el Título de Ingeniero Industrial”**

## **Sustentantes:**

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Br. Patricia Guzmán López     | 2003-2161 |
| Br. Cleopatra Benzán Sánchez  | 2007-2569 |
| Br. Beethoven C. Ortiz Rojas. | 2003-1907 |

**Asesor: Ing. Fernando López**

Santo Domingo, República Dominicana

“Los conceptos expuestos en esta investigación son de la exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es)”

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios infinitas gracias por que su amor no se hizo ausentar, permitiendo en mí siempre esa valentía y perseverancia en todo momento para consumir esta etapa de mi vida, gracias padre por no dejar desmayar mi propósito, rodeándome de tantas personas buenas y abnegadas que con su oportuno consejo y apoyo hoy me hacen merecedora de este gran logro.

A mi madre Ramona A. Sánchez aún no encuentro las palabras para expresar la grandeza de ser fruto de tu vientre, siempre viviré agradecida por todas las cosas que haces por mí, aportando en mí siempre la seguridad a través de tus consejos y amor siempre abnegado. Gracias madre por tu apoyo incondicional en cada paso de mi vida, aun cuando mis sentidos y afecto no se hacían expresar para usted, por ser mi ejemplo ha seguir y hoy poder contar con el valor, reconocimiento de ver en cada dificultad un reto más para seguir adelante, sólo con esfuerzo y dedicación somos capaces de alcanzar grandes metas y es gracias a ti madre. Te amo mami.

A mi padre Juan Tomás Benzán por ser tan especial para mí. Mil gracias papi por depositar en mí tanta confianza y apoyo incondicional en todo momento despertando en mí el deseo de superación. Agradecida estaré de usted por no ausentarse ni un sólo

instante de mí, enseñándome siempre el valor del trabajo y lo digno que hace al hombre el ser responsable de sus actos. Papi el ver en usted siempre esa sonrisa no sabe lo feliz que me hace. Te amo papi.

A mis hermanos, Idalia, Aneuri, Chanel, Marino, Brianda, Soviesky ya que sin ustedes, sin su apoyo incondicional y confianza no hubiese podido llegar a la meta. La abnegación de ustedes me hizo seguir adelante. Gracias por haber confiado en mí, impulsado mis sueños y gozando mi realidad. Los adoro a todos.

A Yolanda Mercedes no sabe la felicidad que siento al encontrar en ti más que una hermana esa segunda madre que ha de velar el sueño de sus hijos, tu apoyo y respeto se ha hecho notar en cada paso de vida. Gracias por ese amor incondicional brotado de lo más profundo de tu corazón para mí. Mil gracias por ser un reflejo de inspiración.

A mis sobrinos Brayan, Juanes, Andrés, Jean Marcos, Jean Luis, Luis David, Ramón, Zahir. Gracias por brindar una sonrisa angelical siempre. Frenchi Yofanio, aun no sabes lo orgullosa y la fortuna que me hace sentir de saber que eres además de sobrino eres mi hijo, mi frenchudo. Gracias por tu amor incondicional expresado desde la ternura de tu rostro para mí. Te amo.

A mis abuelos Juana Sánchez y Ramón familia (in memoria), gracias por su apoyo ilimitado y sabios consejos, los cuales fueron impulso de motivación. Los quiero.

Auro Gómez y Juan Benzán, gracias por su cariño brindado. Los quiero.

A mis tíos (as), Leonel, Rubén, Pedro de Jesús, Santo Rey, Rosa, Mercedes, Miguel, Juan, María Mercedes, Pedro, Ibelice, Ramón, Mari, Pedro en especial Joaquín, por estar al pendiente de mis pasos y brindarme su apoyo en todo momento.

A mis compañeros de universidad, porque no existe ninguna trayectoria profesional sin compañeros, ahora es el momento de darles las gracias por su apoyo y solidaridad cuando más lo necesité en especial a Vannesa Espinal, Jeannette Díaz, Naila Silfa, Patricia Martich, Luz Guerrero, Noja Félix, Edward Sánchez, Gustavo Hidalgo, Michael Espino, Ulises Peguero, Yendri García, Masiel Yaport entre otros. Nunca los podré olvidar.

A mis compañeros de tesis gracias por compartir conmigo el final de esta meta y depositar en mí su confianza.

A mis profesores por contribuir a enriquecer mis conocimientos, aportando en mí las herramientas necesarias para crecer profesionalmente. Fernando López, Rafael Lebrón, Nirvio Peña, Rafael Joa, John Santana.

***Cleopatra Benzán***

A Dios, gracias por estar junto a mí en cada paso del camino. Gracias por infundir en mí la confianza, el aliento, la perseverancia para lograr mis metas. A ti Dios te agradezco lo que hoy se ha culminado y convertido en una realidad.

A mis padres Luis Cesar y Altagracia, gracias por siempre estar a mi lado en todo momento. Gracias por la confianza depositada en mí para lograr esta meta, por haber hecho de mí una mujer de bien. Gracias por el esfuerzo y el sacrificio para hacer de mí una persona de provecho para la sociedad. Gracias por el apoyo y el amor incondicional que me han dado y que me ha impulsado a seguir hacia adelante. Este logro, no es solo mío, también es de ustedes. Los amo.

A mis hermanos, Luis José, Carlos Alberto y María Isabel, gracias por estar a mi lado en todo momento. Gracias por apoyarme y alentarme a seguir adelante. Gracias por cuidarme y velar siempre por mí. Los amo.

A Jean Carlos, gracias por tu infinito apoyo y amor. Gracias por impulsarme a seguir adelante y ayudarme a alcanzar mis metas. Te amo.

A mis compañeros de universidad, gracias por su amistad, por haber compartido conmigo todo este trayecto.

A mis compañeros de tesis, gracias por haber depositado su confianza en mí para lograr nuestra meta.

A mis profesores, gracias por guiarme en todo este camino para lograr crecer como profesional. Gracias por instruirme con la mejor actitud desde el principio. Por indicarme desde siempre el mejor camino. Por mostrarse receptivos y colaboradores en todo. Gracias por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A nuestro asesor de tesis Ing. Fernando López, gracias por habernos guiado durante todo el trayecto, su experiencia, su ayuda y sus consejos fueron determinantes.

A la empresa Cilindros Nacionales, gracias por permitirnos durante todo este tiempo estar en sus instalaciones, su ayuda fue invaluable. Gracias por brindarnos todo su apoyo y ser partícipes activos en la consecución de nuestra meta académica.

A la Universidad Acción Pro Educación y Cultura (UNAPEC) por brindarme la oportunidad de crecer con experiencias y entre personas inigualables que nunca olvidaré.

***Patricia Guzmán López***

A Dios, por haberme dado la salud, acompañarme todos los días permitiendo construir cada uno de mis sueños y guiarme siempre en el camino del bien.

A mi madre por ser mi amiga ante todo, por darme el apoyo, el amor cada vez que hacia falta y por preocuparse de ser un ente motivador en mi vida, gracias por ser una madre de amor.

A mi padre por ser mi inspirador, por su comprensión y apoyo, por su cariño incondicional, por todos sus esfuerzos de acompañarme y hacer tuyas mis metas y propósitos, gracias por ese amor que me regalas.

A mi hermano por su apoyo y motivación, por ser una persona brillante en mi vida y siempre dispuesta, te quiero mucho.

A mi Hermana que siempre se identificó con mis proyectos y con todo su cariño siempre dispuesta a ayudar.

A mi abuela que nunca dejó de alentarme y de ser una fiel seguidora de mis pasos en mi vida, te amo.

A mis profesores que a lo largo de este trayecto siempre fieles a su vocación fueron guías, consejeros y orientadores que nunca dejaron de dar lo mejor por el crecimiento profesional y moral en cada hora de clases, en cada proyecto.

A mis compañeros de clases, por cada sudor derramado en cada proyecto, en cada asignación.



A mis compañeras de Tesis por hacer de este proyecto un sueño hecho realidad, por cada uno de sus aportes, por su profesionalidad, por su capacidad intelectual, las admiro y me siento honrado y orgulloso de haber emprendido este viaje, acompañado de ustedes haciendo del mismo una aventura que dejó sus enseñanzas.

A nuestro asesor de tesis, por su profesionalidad, quien con mucho ahínco y esmero se identificó con nuestra causa y nos regaló el privilegio de alimentarnos de su sabiduría.

A cada una de las personas que de una u otra manera fueron la mano amiga, dieron de sí y nos permitieron compartir experiencias enriquecedoras llenas de alegrías.

Por último y no menos importante a mi esposa, por ser ese ser lleno de amor, mi mano derecha, por hacer tuyas mis penas y alegrías, por darme tanto apoyo y amor, te amo.

**Beethoven Ortiz**

## **DEDICATORIAS**

En primer lugar a Dios por ser el sustento diario en esta trayectoria portando siempre la chispa de valentía y sabiduría en cada uno de mis pasos. Es el momento de dedicar unas de mis grandes metas a ti padre que desde las alturas guiaste y sustentaste con amor y entrega.

Me hago constar el privilegio de dedicar como uno de mis mayores esfuerzos en virtud de su gran amor, dedicación, confianza y apoyo, a mis dos grandes tesoros que papa DIOS pudo darme como padres Juan Tomas Benzán y Ramona Sánchez. Este es el fruto de lo que desde mi nacimiento ustedes han depositado en mí. Nunca les defraudaré. Les amo.

***Cleopatra Benzán***

A Dios por ser mi fuente de inspiración y mi sostén. Por haberme permitido llegar hasta este punto para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mis padres a quienes les debo todo en la vida, les agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional ¡Gracias por darme la vida! ¡Los amo!

A mis hermanos porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y la amistad ¡Gracias!

***Patricia Guzmán López***

A mis padres por siempre creer en mi, por darme todos los medios y herramientas posibles para lograr este tan anhelado sueño, por su incondicional amor y comprensión, a ellos porque siempre fueron mi inspiración, mi motivo de superación en mi caminar, gracias a ellos puedo ver logrado este peldaño más en mi trayectoria, estas palabras nunca serán suficientes en expresar mis sentimientos.

A mis hermanos por que ellos supieron darme apoyo y cariño cuando lo necesité, por que mi hicieron ver que creer en mí es la mejor apuesta que puedo hacer, los quiero.

Y como no dedicarle este trabajo a mi esposa quien lloró, río, y se preocupó por hacer esto una realidad. Ellos que son mi familia, que son la bujía inspiradora en mi vida este proyecto no solo es el resultado de mucho trabajo y sacrificio, sino que es también parte de un proyecto de vida que empezó hace mucho tiempo. A ellos, les dedico con todo mi corazón y cariño este trabajo de grado, que siempre supieron dar todo para mi porvenir.

**Beethoven Ortiz**

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como finalidad realizar una investigación para el diseño de un sistema de gestión eficiente de la energía eléctrica para la fábrica Cilindros Nacionales C x A. dedicada a la producción de cilindros para gas licuado de petróleo, que está ubicada en la ciudad de Santo Domingo y viene funcionando desde 1992 y ha crecido paulatinamente hasta convertirse en la primera en su género, debido a la alta aceptación de su producto así como por su alta calidad y gran utilidad.

La empresa presenta problemas actualmente al tener niveles elevados de consumo energético, provocando altos costos de producción, recargos por bajo factor de potencia lo que aumenta el saldo en la factura eléctrica, entre otras causas que fueron revisadas durante este estudio, lo que demuestra un manejo deficiente de la gestión de la energía eléctrica.

Debido a que tienen su producción dividida por áreas muy definidas se realizó un análisis que permitió justificar el alcance de dicho estudio para la selección tanto de la planta de producción como de las oficinas de la empresa para el presente trabajo.

Se realizó un diagnóstico y análisis de la situación actual en el consumo energético de la empresa, describiendo sus procesos y áreas físicas y la distribución promedio mensual de las cargas

conectadas en cada uno de ellos, conjuntamente con el análisis y cálculo de las facturas eléctricas en un periodo comprendido de un año. Además de hacer uso de diagramas de flujo y de operaciones y layout de la planta física.

Se abarcó también el cálculo y análisis de los KWh/Día consumidos, el costo mensual de los KWh, el costo por operación en horas fuera de punta, conjuntamente con el recargo mensual por bajo factor de potencia para finalizar con un análisis de la energía total consumida, el cual ayudó a identificar los factores críticos para posteriormente plantear las alternativas de mejora.

Estos análisis, permitieron que se pudieran identificar las áreas críticas y diseñar un sistema de gestión eficiente de la energía eléctrica.

Finalmente se realizó un análisis económico-energético, para justificar la variabilidad financiera de las alternativas de mejora, además del presupuesto para su diseño e implementación.

# ÍNDICE GENERAL

|                                                                                                                     |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>RESUMEN.....</b>                                                                                                 | <b>XIII</b>  |
| <b>ÍNDICE GENERAL.....</b>                                                                                          | <b>XV</b>    |
| <b>ABREVIATURAS .....</b>                                                                                           | <b>XVIII</b> |
| <b>SIMBOLOGIA .....</b>                                                                                             | <b>XX</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                                                                                       | <b>XXI</b>   |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>                                                                                        | <b>XXIII</b> |
| <b>INTRODUCCION.....</b>                                                                                            | <b>25</b>    |
| <b>ANTECEDENTES .....</b>                                                                                           | <b>28</b>    |
| <b>CAPITULO I. CILINDROS NACIONALES.....</b>                                                                        | <b>31</b>    |
| 1.1. Historia Cilindros Nacionales, C. por A.....                                                                   | 31           |
| 1.2. Políticas, Visión, Misión y Objetivos .....                                                                    | 32           |
| 1.3. Tipo De Empresa .....                                                                                          | 33           |
| 1.4. Estructura Organizacional.....                                                                                 | 34           |
| 1.5. Definición Y Descripción Del Producto .....                                                                    | 35           |
| 1.6. Descripción General Del Proceso De La Línea De Producción .....                                                | 40           |
| 1.7. Descripción Física Del Área De Producción.....                                                                 | 46           |
| <b>CAPITULO II. GESTION EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA. GENERALIDADES. ....</b>                                  | <b>49</b>    |
| 2.1. Gestión Eficiente De La Energía.....                                                                           | 49           |
| 2.2. Norma Internacional De Gestión Energética ISO 50001.....                                                       | 51           |
| 2.3. Beneficios De La Norma ISO 50001.....                                                                          | 52           |
| <b>CAPITULO III. MARCO TEORICO .....</b>                                                                            | <b>54</b>    |
| 3.1. Definición. ....                                                                                               | 54           |
| 3.2. Control de la cantidad de energía consumida en cada proceso.....                                               | 60           |
| 3.2.1. Distribución promedio de las cargas conectadas.....                                                          | 60           |
| 3.3. Gestión de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la organización. .... | 61           |
| 3.4. Administración del flujo de información.....                                                                   | 62           |

|                                                                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5. Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible..... | 64         |
| 3.6. Ventajas y Beneficios de los Sistemas de Gestión de la Energía. ....                                                                                         | 65         |
| 3.7. Procedimiento para el diseño del sistema de gestión eficiente de la energía. ....                                                                            | 70         |
| 3.8. Revisión crítica de los estudios sobre la gestión de la energía eléctrica.....                                                                               | 74         |
| 3.9. Características del sistema de gestión de la energía eléctrica. ....                                                                                         | 78         |
| <b><i>CAPÍTULO IV. DETALLE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CILINDROS NACIONALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA.....</i></b>   | <b>80</b>  |
| 4.1. Manejo de materiales y materia primas. ....                                                                                                                  | 81         |
| 4.2. Áreas de corte.....                                                                                                                                          | 83         |
| 4.3. Área de calidad. ....                                                                                                                                        | 84         |
| 4.4. Área de soldadura.....                                                                                                                                       | 86         |
| 4.5. Horno. ....                                                                                                                                                  | 86         |
| 4.6. Área de pintura. ....                                                                                                                                        | 88         |
| 4.7. Iluminación.....                                                                                                                                             | 90         |
| 4.8. Climatización.....                                                                                                                                           | 94         |
| 4.9. Equipos de Oficina y otros. ....                                                                                                                             | 97         |
| <b><i>CAPITULO V. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSUMO ENERGETICO DE LA EMPRESA. ....</i></b>                                                        | <b>100</b> |
| 5.1. Determinación de indicadores energéticos de la empresa. ....                                                                                                 | 101        |
| 5.1.1. Índice de Consumo Vs Producción. ....                                                                                                                      | 101        |
| 5.1.2. Gráfico Factor de Potencia real Vs Factor de Potencia deseado. ....                                                                                        | 106        |
| 5.1.3. Gráfico de recargos por BFP Vs Total de Cargos. ....                                                                                                       | 108        |
| 5.1.4. Gráfico factor de carga. ....                                                                                                                              | 112        |
| 5.1.5. Recargo por potencia en horarios de punta.....                                                                                                             | 115        |
| 5.1.6. Índice de emisiones de CO2. ....                                                                                                                           | 118        |
| <b><i>CAPITULO VI. MEDIDAS DE CONSUMO ENERGETICO EFICIENTE IMPLEMENTADAS.....</i></b>                                                                             | <b>119</b> |
| 6.1. Programa de uso eficiente de la energía. ....                                                                                                                | 120        |
| 6.2. Medidas para la reducción en el consumo energético. ....                                                                                                     | 121        |



|                                                                                  |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>CAPITULO VII. EVALUACION DE RESULTADOS. ....</b>                              | <b>124</b>      |
| 7.1. Ahorros conseguidos con las medidas de consumo<br>energético eficiente..... | 124             |
| 7.2. Resultados obtenidos a favor del medio ambiente.....                        | 125             |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                        | <b>CXXVII</b>   |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                                     | <b>CXXXIIII</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                                        | <b>CXXXIV</b>   |
| <b>ANEXOS</b>                                                                    |                 |

## ABREVIATURAS

|                |                                                           |
|----------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>A</b>       | Ampere                                                    |
| <b>BFP</b>     | Bajo Factor de Potencia                                   |
| <b>BTU</b>     | Unidad Térmica Británica                                  |
| <b>CC</b>      | Centro De Control De Un Operador Conectado                |
| <b>CCE</b>     | Centro de Control de Energía                              |
| <b>CDEEE</b>   | Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas y Estatales |
| <b>CNE</b>     | Comisión Nacional de Energía                              |
| <b>CO2</b>     | Dióxido de Carbono                                        |
| <b>DIGENOR</b> | Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad         |
| <b>DOP</b>     | Dominican Pesos                                           |
| <b>EER</b>     | Grado de Eficiencia de la Electricidad                    |
| <b>EFF</b>     | Eficiencia                                                |
| <b>EIA</b>     | Energy Information Administration                         |
| <b>ETED</b>    | Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana               |
| <b>FC</b>      | Factor de Carga                                           |
| <b>FP</b>      | Factor de Potencia                                        |
| <b>FV</b>      | Factor de Variabilidad                                    |
| <b>GEI</b>     | Gas de Efecto Invernadero                                 |
| <b>GLP</b>     | Gas Licuado de Petróleo                                   |
| <b>HP</b>      | Horse Power                                               |
| <b>K</b>       | Kilo                                                      |
| <b>KVARH</b>   | kilovoltio Amperios Reactivos Por Hora                    |
| <b>KW</b>      | Kilo Watt                                                 |

|                 |                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------|
| <b>KWH</b>      | Kilo Watt Hora                                         |
| <b>lb</b>       | Libra                                                  |
| <b>METALDOM</b> | Complejo Metalúrgico Dominicano                        |
| <b>MMARN</b>    | Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales      |
| <b>MW</b>       | Mega Watt                                              |
| <b>OC</b>       | Organismo Coordinador                                  |
| <b>PROTECOM</b> | Protección al Consumidor                               |
| <b>PSI</b>      | Pounds per Square Inch (Libras por Pulgadas Cuadradas) |
| <b>SENI</b>     | Sistema Eléctrico Nacional Interconectado              |
| <b>SIE</b>      | Superintendencia de Electricidad.                      |
| <b>TON</b>      | Tonelada                                               |
| <b>TWh</b>      | Tera Watt Hora                                         |
| <b>V</b>        | Voltaje                                                |
| <b>W</b>        | Watt                                                   |

## **SIMBOLOGIA**

**\$** Pesos Dominicanos

**%** Porcentaje

# ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 1.1 Organigrama empresarial. Fuente: Proporcionado por la empresa Cilindros Nacionales.....</b>        | <b>35</b>  |
| <b>Figura 1.2 Cilindro para Gas Licuado de Petróleo.....</b>                                                     | <b>36</b>  |
| <b>Figura 1.3 Esquema básico Cilindro para GLP .....</b>                                                         | <b>37</b>  |
| <b>Figura 1.4 Embalaje Cilindro para GLP.....</b>                                                                | <b>38</b>  |
| <b>Figura 1.5 Diagrama de flujo del proceso de producción. Fuente: Proporcionado por la empresa. ....</b>        | <b>43</b>  |
| <b>Figura 1.6 Distribución física de la planta (Layout). Fuente: Elaboración propia.....</b>                     | <b>47</b>  |
| <b>Figura 3.1 Modelo de Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia.....</b>                       | <b>71</b>  |
| <b>Figura 4.1 Gráfico Consumo Vs Energía (Motores Eléctricos).Fuente: Elaboración propia. ....</b>               | <b>88</b>  |
| <b>Figura 4.2 Grafico Consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.....</b>                             | <b>91</b>  |
| <b>Figura 4.3 Gráfico costo total por luminaria. Fuente: Elaboración Propia.....</b>                             | <b>93</b>  |
| <b>Figura 4.4 Gráfico consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.....</b>                             | <b>96</b>  |
| <b>Figura 4.5 Gráfico Consumo y Costo operativo por oficina: Fuente: Elaboración propia.....</b>                 | <b>97</b>  |
| <b>Figura 4.6 Gráfico consumo y costo operativo equipos de oficina. Fuente: Elaboración propia. ....</b>         | <b>99</b>  |
| <b>Figura 5.1 Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero. Fuente: Elaboración propia. ....</b>         | <b>103</b> |
| <b>Figura 5.2 Gráfico índice de consumo Vs Producción. Fuente: Elaboración propia.....</b>                       | <b>104</b> |
| <b>Figura 5.3 Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero. Fuente: Elaboración propia. ....</b>         | <b>106</b> |
| <b>Figura 5.4 Grafico Factor de potencia real Vs Factor de potencia deseado. Fuente: Elaboración propia.....</b> | <b>108</b> |

|                                                                                                                      |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b><i>Figura 5.5 Gráfico recargo Bajo Factor de Potencia Vs total de cargos. Fuente: Elaboración propia.....</i></b> | <b><i>111</i></b> |
| <b><i>Figura 5.6 Gráfico factor de carga mensual. Fuente: Elaboración propia.....</i></b>                            | <b><i>114</i></b> |
| <b><i>Figura 5.7 Gráfico emisiones evitadas de CO2. Fuente: Elaboración propia.....</i></b>                          | <b><i>119</i></b> |

# ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tabla 1.1 Dimensiones cilindros para gas. Fuente: Proporcionado por la empresa.....</b>               | <b>39</b>  |
| <b>Tabla 1.2 Producción por tipo de cilindro del año 2011. Fuente: Proporcionado por la empresa.....</b> | <b>39</b>  |
| <b>Tabla 1.3 Cantidad y tipos de máquinas. Fuente: Elaboración propia.....</b>                           | <b>45</b>  |
| <b>Tabla 4.1 Consumo y Costo operativo de las maquinarias. Fuente: Elaboración propia.....</b>           | <b>81</b>  |
| <b>Tabla 4.2 Modelo propuesto para uso de maquinarias. Fuente: Elaboración propia.....</b>               | <b>90</b>  |
| <b>Tabla 4.3 Consumo y costo operativo de las luminarias. Fuente: Elaboración propia.....</b>            | <b>92</b>  |
| <b>Tabla 4.4 Inversión estimada lámparas de menor consumo. Fuente: Elaboración propia.....</b>           | <b>94</b>  |
| <b>Tabla 4.5 Consumo y costo operativo por área. Fuente: Elaboración propia.....</b>                     | <b>95</b>  |
| <b>Tabla 4.6 Consumo y costos operativo Equipos de Oficina. Fuente: Elaboración propia.....</b>          | <b>98</b>  |
| <b>Tabla 5.1 Consumo y producción mensual. Fuente: Elaboración propia.....</b>                           | <b>103</b> |
| <b>Tabla 5.2 Factor de Potencia por mes. Fuente: Elaboración propia.....</b>                             | <b>107</b> |
| <b>Tabla 5.3 Recargos Bajo Factor de Potencia (BFP). Fuente: Elaboración propia.....</b>                 | <b>110</b> |
| <b>Tabla 5.4 Factor de carga por mes. Fuente: Elaboración Propia. ....</b>                               | <b>113</b> |
| <b>Tabla 5.5 Análisis Banco de capacitores. Fuente: Elaboración Propia.....</b>                          | <b>117</b> |
| <b>Tabla 5.6 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.....</b>               | <b>119</b> |
| <b>Tabla 6.1 Requerimientos técnicos para implementación de medidas. Fuente: Elaboración Propia.....</b> | <b>122</b> |

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tabla 6.2 Plan de acción para la implementación de las opciones de ahorro. Fuente: Elaboración propia.....</b> | <b>122</b> |
| <b>Tabla 6.3 Inversión y ahorros por medidas implementadas. Fuente: Elaboración propia.....</b>                   | <b>123</b> |
| <b>Tabla 7.1 Ahorros conseguidos. Fuente: Elaboración propia. ....</b>                                            | <b>124</b> |
| <b>Tabla 7.2 Emisiones de CO2 evitadas. Fuente: Elaboración propia.....</b>                                       | <b>125</b> |



## **INTRODUCCION**

En estos tiempos donde vemos una agitada economía y un desarrollo exponencial de la tecnología cada vez más se hace conciencia el resguardar los recursos de nuestro planeta. Es donde empezamos a tocar el tema de que debemos movernos a un mundo más verde, que maneje los recursos naturales de manera juiciosa y eficiente manteniendo un nivel de desarrollo sustentable y competitivo. Se hace difícil encontrar un punto de equilibrio entre esta partición. Es a raíz de esta inquietud que bajo el organismo de la ISO las empresas se pusieron de acuerdo para diseñar un sistema de gestión que eficientice el uso energético, que si bien es cierto, es la razón que mueve al mundo en busca de su desarrollo, de superarse día tras día. En pos de buscar en anuencia una norma que certifique un uso razonable de la energía que utilizamos y a su vez provocar un cambio substancial de la cultura del consumismo, así nace la norma ISO 50001:2011 en junio del 2011.

La empresa Cilindros Nacionales C. x A. Apegados a sus principios y ética de trabajo, siendo una empresa de vanguardia en su área de fabricación de productos que empleen el metal como materia prima, pionera de crear conciencia de un mundo más verde, encuentra su compromiso de ofrecer siempre productos de calidad sin dejar de ser una empresa rentable; esta rentabilidad se ha visto afectada en los

últimos años y por eso abre sus puertas a este estudio, para buscar una respuesta a esta problemática que la afecta, basado en análisis de los costos de energía relacionados a la planta de producción, para luego, de acuerdo a su realidad diseñar un sistema de gestión novedoso el cual le permitirá administrar sus recursos de una manera controlada y eficiente.

Este estudio, busca diseñar un sistema de gestión del uso eficiente de la energía fundamentada en la norma ISO 50001:2011, adaptados a los procesos productivos y administrativos de dicha empresa, pretendiendo con esto garantizar de forma tangible el uso adecuado de los recursos energéticos. Además apegados al Decreto No. 494-07 que modifica el Reglamento de Aplicación de la Ley General de Electricidad, No. 125-01, de fecha 26 de julio de 2001, para armonizar y garantizar en la ejecución práctica de este trabajo la estabilidad de los procedimientos que se llevaran a cabo en el transcurso de este estudio, a fin de no perjudicar los resultados finales.

El presente trabajo busca identificar, analizar y proponer mejoras para resolver problemas como, uso y manejo deficiente de la energía eléctrica, que posee la empresa objeto de estudio en este trabajo. Además de implantar medidas de cambio de patrones de consumo.

Para esto se utilizarán herramientas de Ingeniería de métodos, además de estimaciones de indicadores de consumo energético,

indicadores de costos totales de consumo energético, indicadores de distribución promedio mensual de cargas conectadas, análisis económico-energético, etc., siempre enmarcados en la viabilidad financiera de cada mejora. La selección y planteamiento de las soluciones factibles sentaran un precedente para continuar con la realización de estudios de este tipo, a la vez que podrán servir como referencia para trabajos similares en otras industrias.

## **ANTECEDENTES**

Un extenso estudio de los modelos de gestión de energía usados en el mundo, reveló que estos consideran preciso desarrollar una cultura organizacional para el uso racional y eficiente de la energía, dirigida en términos estratégicos a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y en términos tácticos a incrementar el nivel de competitividad empresarial (Campos, Prías, Quispe, Vidal, & Lora, 2006). Así mismo, Prías muestra que en general la gestión energética esta desarticulada de los marcos de los sistemas ambientales y de innovación tecnológica, y son pocos compatibles con los sistema de gestión de la producción (Prías, 2004).

Aunque con una economía relativamente pequeña, la República Dominicana no esta exenta de responsabilidad en cuanto al cambio climático. El sector energía represento 65% y 70% del total de las emisiones de GEI de la República Dominicana en 1990 y 1994 respectivamente (MMARN, 2004). La primera comunicación nacional muestra un rápido crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 8.7 millones de toneladas (Mt) a mas de 15Mt entre 1990 y 1994. Al año 2002, las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo y quema de combustibles fósiles aumentaron a 18.68Mt de acuerdo con la Administración de Información sobre energía de los Estados Unidos (EIA, 2004). Este incremento fue principalmente causado por la acelerada entrada de

unidades de generación diesel. De hecho, el creciente suministro de electricidad en la República Dominicana depende casi en su totalidad de combustibles fósiles, lo cual ha llevado a un incremento de emisiones mucho mayor a la tendencia exhibida por otros países en desarrollo o de la región. La tendencia en la República Dominicana es preocupante particularmente considerando que la Comisión Nacional de Energía estima que la demanda de electricidad crecerá de 4.5% a 7.4% anualmente hasta el 2020 (CNE, 2004).

El sector de la energía en la República Dominicana ha sido tradicionalmente, y todavía lo es, un cuello de botella para el crecimiento económico del país. Una prolongada crisis eléctrica e ineficaces medidas correctivas han llevado a un círculo vicioso de apagones habituales, altos costos operativos de las compañías de distribución, grandes pérdidas (incluyendo robo de electricidad a través de conexiones ilegales), elevadas tarifas minoristas para cubrir estas ineficiencias, bajas tasas de cobro de facturas, una significativa carga fiscal para el gobierno a través de subsidios directos e indirectos, y costos muy altos para los consumidores, ya que muchos dependen de una electricidad alternativa auto generada muy costosa. Las diferentes fuentes arriba descritas, plantean problemas energéticos, pero ninguno ha conseguido corregirlos. Estos problemas deben ser analizados y los resultados deben ser la base para diseñarle, a la empresa, un sistema eficiente de gestión de la energía eléctrica.

La generación de electricidad en la República Dominicana está dominada por plantas térmicas que mayoritariamente funcionan con combustible o gas (o gas natural líquido) importado. A finales de 2006, la capacidad instalada total de los servicios públicos era de 3.394 MW, de los cuales el 86% eran de origen térmico y el 14% hidroeléctrico (SIE, 2006). La participación detallada de las diferentes fuentes se encuentra en la Tabla 1<sup>1</sup> anexa.

---

<sup>1</sup> ANEXO: ver Tabla 1, Superintendencia de Electricidad, Capacidad Instalada por Planta por Empresa a Dic-07

# **CAPITULO I. CILINDROS NACIONALES**

Para el análisis y planteamiento de mejoras en el consumo energético, primero debemos conocer la naturaleza y características principales de la empresa en cuestión, ya que de esa manera nos familiarizaremos con la cultura organizacional que predomina en este ambiente, además de obtener una visión más amplia y detallada de todos los aspectos que pudieran influir en el uso adecuado de los recursos energéticos, y por ende, en la empresa misma.

En primer lugar se presentarán los aspectos generales de la empresa involucrada en el estudio, partiendo desde sus inicios, hasta llegar a describir lo que es hoy y lo que tiene proyectado ser en el futuro, para después continuar con una descripción de la planta que permite tener una idea más específica de los lugares donde se desarrolla la producción.

## **1.1. Historia Cilindros Nacionales, C. por A<sup>2</sup>.**

El 13 de julio de 1992 fue fundada CILINDROS NACIONALES, C. POR A, con el objetivo fundamental de sustituir las importaciones de cilindros para gas licuado de petróleo (GLP), que tradicionalmente había venido abasteciendo el mercado nacional, aunque ya existía

---

<sup>2</sup> Basada en una recopilación de datos orales y escritos de la empresa Cilindros Nacionales.

una planta de producción de cilindros en el Complejo Metalúrgico Dominicano (METALDOM).

La planta tiene capacidad para producir 7,000 cilindros mensuales, que en su momento fueron producidos, con lo que abastecieron el mercado nacional y exportaban para las diferentes islas del Caribe, a Centroamérica (Guatemala), también a Trinidad y Tobago como a la lejana Australia.

Con el transcurrir del tiempo surgieron varias fábricas de cilindros en nuestro país, llegando a existir más de 6 fábricas, en la actualidad sólo existen dos empresas dedicadas a la fabricación de cilindros, prácticamente para suplir el mercado nacional, aunque en el caso de nosotros exportamos a Jamaica y al vecino Haití.

En este momento la producción esta por debajo del 40% debido a la baja demanda en el mercado nacional, y a que proliferan múltiples talleres sin autorización que se dedican a fabricarlo artesanalmente sin ningún tipo de control.

## **1.2. Políticas, Visión, Misión y Objetivos**

Para contar con estas herramientas dentro de la organización, es necesario plantear una Misión y Visión organizacional y con base en estas, se plantean los objetivos estratégicos, tácticos y operativos para convertirlos en acciones, responsables y recursos necesarios para la obtención de resultados concretos. En estos momentos la



empresa Cilindros Nacionales no cuenta, de forma visible, con estos recursos. Por tal motivo se recomienda realizar un proceso de planeación y administración estratégica para dar rumbo a la organización y dirigir sus esfuerzos en pos de un fin determinado y obtener resultados con la creación, de una política que muestre, la una visión, misión y objetivos de la empresa en un lugar visible.

### **1.3. Tipo De Empresa**

Según (De Zuani, 2003) en su libro "Introducción a la Administración de Organizaciones", Los criterios más habituales para establecer una tipología de las empresas son: según el sector de actividad, según el tamaño, según la propiedad del capital, según el ámbito de actividad, según la forma jurídica, según el destino de los beneficios<sup>3</sup>.

Cilindros Nacionales C por A, según estos criterios, pertenece al sector industrial, ya que su principal actividad es transformar su materia prima, en este caso el acero, para producir los cilindros para gas, es una mediana empresa, ya que no manejan capital y financiamiento de gran tamaño, tienen áreas bien definidas con responsabilidades y funciones, tienen sistemas y procedimientos automatizados. Es una empresa privada debido a que su capital esta en manos de particulares. Es una empresa multinacional, ya que no solo realizan sus ventas a nivel nacional sino que, sus actividades se

---

<sup>3</sup> De Zuani, Rafael Elio. (2003). **Introducción a la Administración de Organizaciones**. Editorial Maktub.

extienden a varios países Centroamérica (Guatemala), también a Trinidad y Tobago, Australia, Jamaica y Haití.

#### **1.4. Estructura Organizacional**

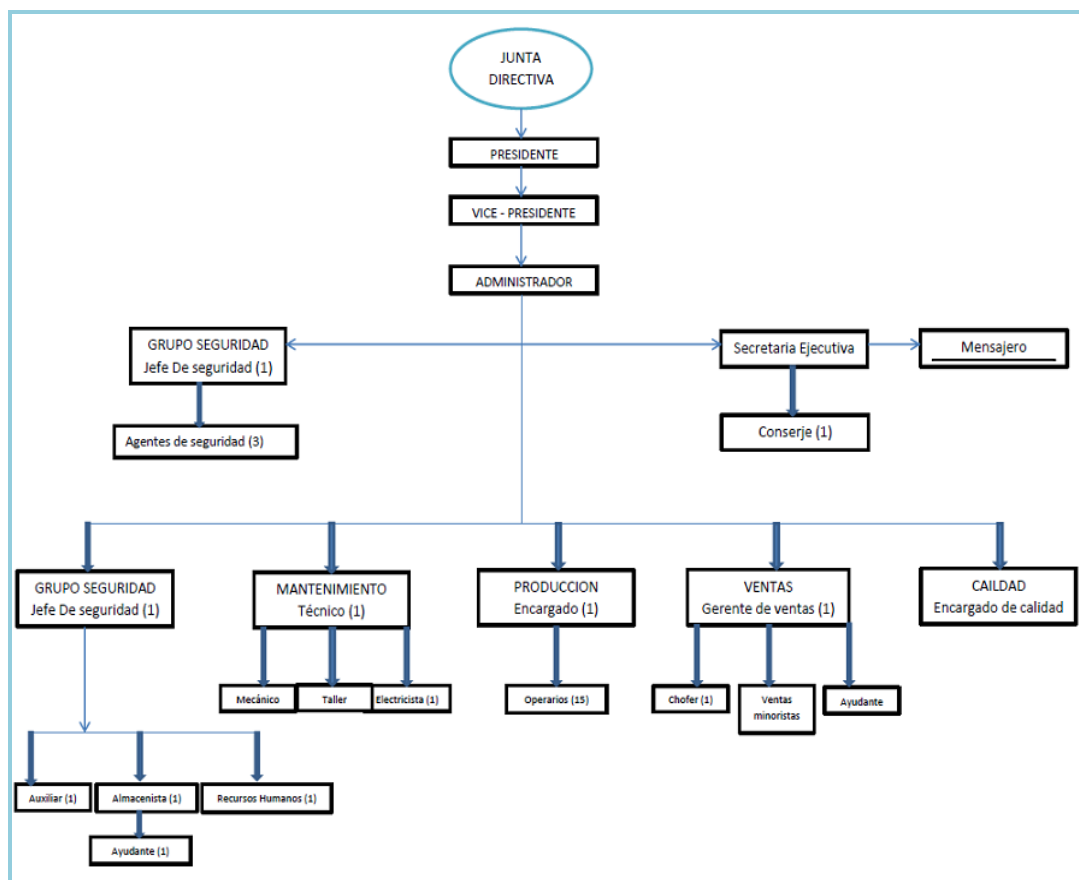
La *estructura organizacional*<sup>4</sup> se entiende como la capacidad de una organización de dividir el trabajo y asignar funciones y responsabilidades a personas y grupos de la organización, así como el proceso mediante la organización trata coordinar su labor y sus grupos (Lusthaus, 2002). Para representar la misma se utiliza el *organigrama*<sup>5</sup>. Este en forma precisa se refiere a la representación gráfica de la organización y su elaboración es indispensable porque permite visualizar la estructura y clasificar las relaciones departamentales y las responsabilidades (Escoto Leiva, 2001).

---

<sup>4</sup> Lusthaus, Charles (2002), **Evaluación Organizacional: Marco Para Mejorar el Desempeño**. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C

<sup>5</sup> Escoto Leiva, Roxana (2001), **Banca Comercial**, EUNED, San José.

**Figura 1.1** Organigrama empresarial. Fuente: Proporcionado por la empresa Cilindros Nacionales.



## 1.5. Definición Y Descripción Del Producto

En la planta de producción objeto de estudio se realizan los procesos de desvanado, cizallado, prensado, cilindrado, bordonado, soldadura, granallado, valvulado, lavado, ensamblado, pintado, secado y embalan cilindros para gas licuado de petróleo (GLP) de 100, 50 y 25 Libras (Lb). Se define al Cilindro para Gas como un dispositivo que se usa para comprimir y almacenar la mayor cantidad de gas en un

espacio relativamente pequeño, **figura 1.2** y ha llegado a constituirse en un equipo imprescindible de la vida cotidiana.<sup>6</sup>

**Figura 1.2** Cilindro para Gas Licuado de Petróleo.

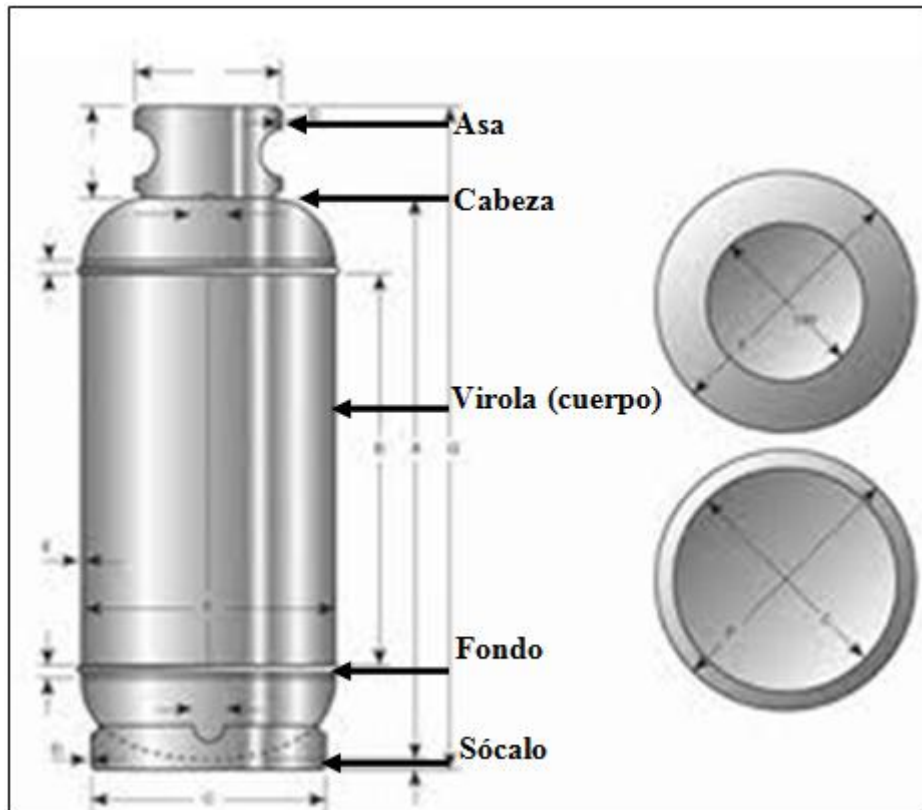


El tipo de cilindro que se fabrica es de acero, que viene en planchas, el cual es recibido en forma de enrolladas (bobinas). Dependiendo del tamaño del envase, para el cuerpo del cilindro que se desee, se efectúa el corte de las piezas. Estas piezas de acero se les procesan para darles forma cilíndrica, donde posteriormente pasan por un proceso de soldadura donde se unen las partes que conforman el cilindro, asa, cabeza, virola (plancha de acero que forma el cuerpo

<sup>6</sup> <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=161>

del tanque), fondo y sócalo, **figura 1.3**. Luego pasa por los procesos de lavado, pruebas de calidad, pintura y secado.

**Figura 1.3** Esquema básico Cilindro para GLP



Finalmente se los recubre con un material plástico para preservar el etiquetado y evitar que se deteriore la pintura, **figura 1.4**, para su almacenamiento y distribución.

**Figura 1.4** Embalaje Cilindro para GLP



En el mercado, los cilindros se comercializan en unidades que explica el “peso del volumen” de GLP que va a ser depositado en le tanque, por este motivo la empresa pone a disposición del consumidor presentaciones de 25 lb, 50 lb y 100 lb de las diferente medidas fabricadas<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Norma Dominicana, **Envases para gases de G.L.P. Cilindros para gases licuados de petróleo (Uso Domestico)**. DIGENOR. 2009



**Tabla 1.1** Dimensiones cilindros para gas. Fuente: Proporcionado por la empresa.

| Tipo de recipiente         | Dimensión (Altura) | Dimensión (Ancho) |
|----------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>Cilindro de 100 lb.</b> | 48" (Pulgadas)     | 14.5" (Diámetro)  |
| <b>Cilindro de 50 lb.</b>  | 29" (Pulgadas)     | 12.5" (Diámetro)  |
| <b>Cilindro de 25 lb.</b>  | 24" (Pulgadas)     | 12.5" (Diámetro)  |

No todas las variedades de cilindros tienen los mismos índices de producción, en la **tabla 1.2**, se pueden observar las cantidades producidas de cada tipo de cilindro, es variada y de acuerdo a la demanda del mes. Para esto se consultaron los datos existentes en los archivos, siendo los más valederos por su claridad y orden los del año 2011.

**Tabla 1.2** Producción por tipo de cilindro del año 2011. Fuente: Proporcionado por la empresa.

| Producción/<br>Mes | Capacidad      | Capacidad     | Capacidad     | TOTAL         |
|--------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
|                    | Und/100<br>lb. | Und/50<br>lb. | Und/25<br>lb. |               |
| <b>Enero</b>       | 109            | 1             | 0             | <b>110</b>    |
| <b>Febrero</b>     | 879            | 16            | 452           | <b>1.347</b>  |
| <b>Marzo</b>       | 318            | 21            | 3.68          | <b>4.019</b>  |
| <b>Abril</b>       | 147            | 303           | 1.938         | <b>2.388</b>  |
| <b>Mayo</b>        | 235            | 675           | 107           | <b>1.017</b>  |
| <b>Junio</b>       | 101            | 1.352         | 1             | <b>1.454</b>  |
| <b>Julio</b>       | 287            | 1.418         | 0             | <b>1.705</b>  |
| <b>Agosto</b>      | 95             | 5             | 1.458         | <b>1.558</b>  |
| <b>Septiembre</b>  | 269            | 76            | 1.134         | <b>1.479</b>  |
| <b>Octubre</b>     | 0              | 0             | 0             | <b>0</b>      |
| <b>Noviembre</b>   | 228            | 497           | 3.617         | <b>4.342</b>  |
| <b>Diciembre</b>   | 196            | 1             | 713           | <b>910</b>    |
| <b>TOTAL</b>       | <b>2.864</b>   | <b>4.365</b>  | <b>13.1</b>   | <b>20.239</b> |

## **1.6. Descripción General Del Proceso De La Línea De Producción**

La línea de producción posee una Distribución por Proceso o También llamada por Función; para este tipo de arreglo todas las operaciones o procesos del mismo tipo se realizan en la misma zona. Las máquinas parecidas y las operaciones de ensamble similares se agrupan, esto es, el material pasa a través de los departamentos o de las áreas de procesos. Esta distribución tiene algunas ventajas, entre ellas:

- Adaptabilidad a una gran variedad de productos y a los cambios en la secuencia de la operación.
- Adaptabilidad a las demandas variables.
- Facilidad de mantener la continuidad de la producción cuando se descomponen maquinarias o equipos, cuando falta mano de obra o cuando hay escasez de materiales.
- Mejor utilización de los equipos.

Sin embargo teniendo este tipo de distribución los costos de trasladar la maquinaria, llegado el caso, son muy elevados y constituyen una operación muy complicada, además que se tienen grandes variaciones en los tiempos requeridos para las diferentes operaciones.

El proceso de producción de los envases está compuesto por diferentes etapas.



El material utilizado para la fabricación del cuerpo principal (cilindro o virola) es chapa de acero. Este material es recibido en forma de bobinas. Con una prensa mecánica de gran potencia se efectúa el corte de los discos, los cuales se usarán para fabricar los casquetes que conformarán el cuerpo de los envases.

Los discos que forman el casquete superior son estampados con letras en relieve con la denominación del cliente. Esta operación es denominada marcado o "tara".

A continuación todos los discos son embutidos por prensas hidráulicas de gran potencia para darle forma de casquetes. Estos casquetes son maquinados con diferentes procesos donde se los agujerean y se le modifican los bordes para permitir su encastre y posterior unión. Estas operaciones se denominan Punzado, Bordoneado y Embutido. Al casquete superior se le suelda la brida o flanje porta válvula.

Los casquetes son unidos mediante una soldadura por el sistema de Arco Sumergido, con los estándares de calidad y seguridad necesarios ya que esta unión soporta grandes presiones.

Una vez obtenidos los cuerpos se le adosan otros componentes tales como protectores de válvulas y aros bases.

Una vez finalizados estos procesos los envases son pesados, marcados con la tara correspondiente y sometidos a procesos térmicos en un horno que trabaja con muy altas temperaturas, para

eliminar todas las tensiones producidas durante el proceso de fabricación (conformado de casquetes y soldaduras), operación que se denomina recocido.

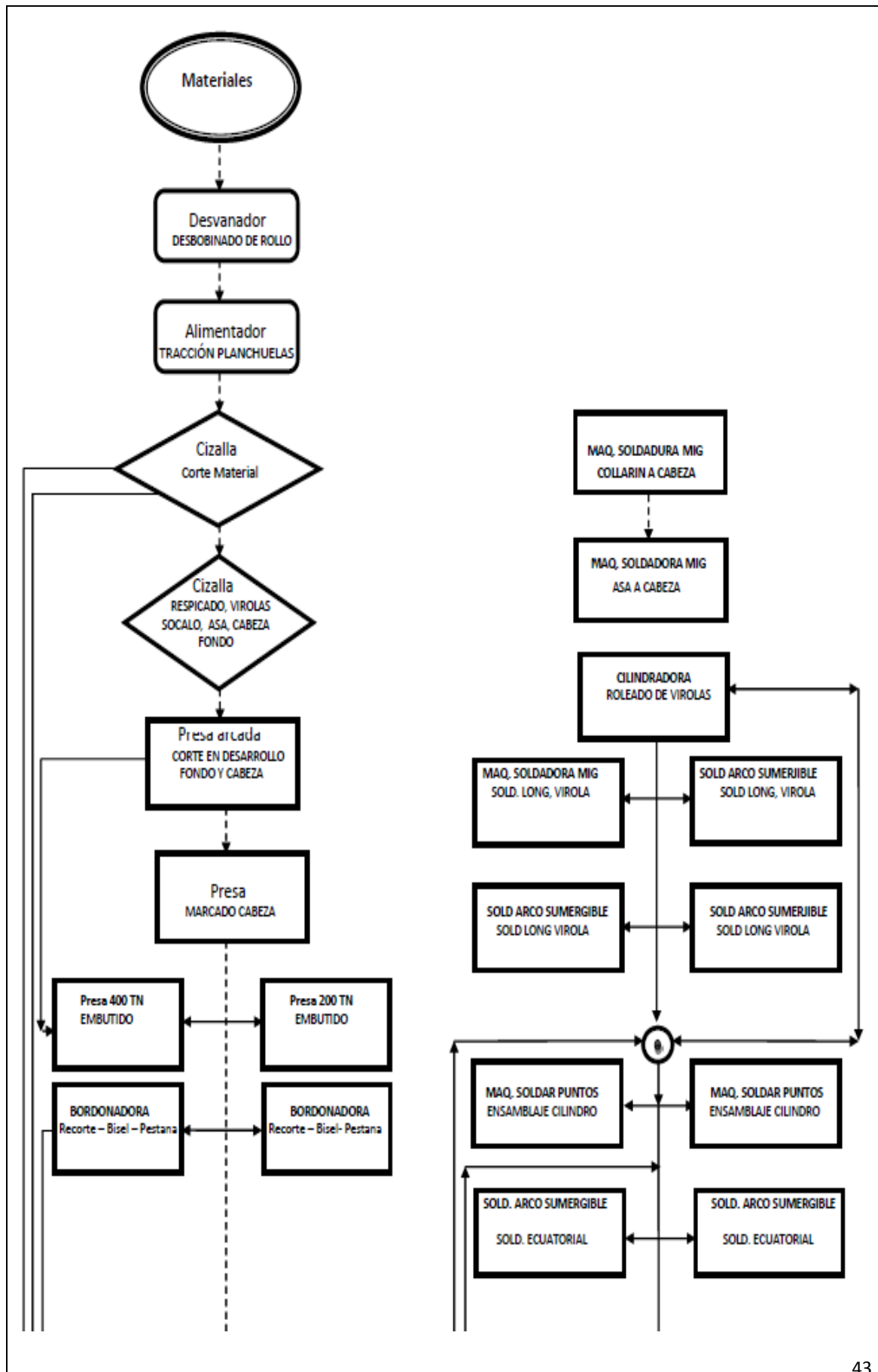
A continuación todos los envases son sometidos a inspecciones visuales y pruebas hidráulicas para verificar la ausencia de pérdidas, la calidad de las uniones soldadas y su capacidad total de soportar presiones.

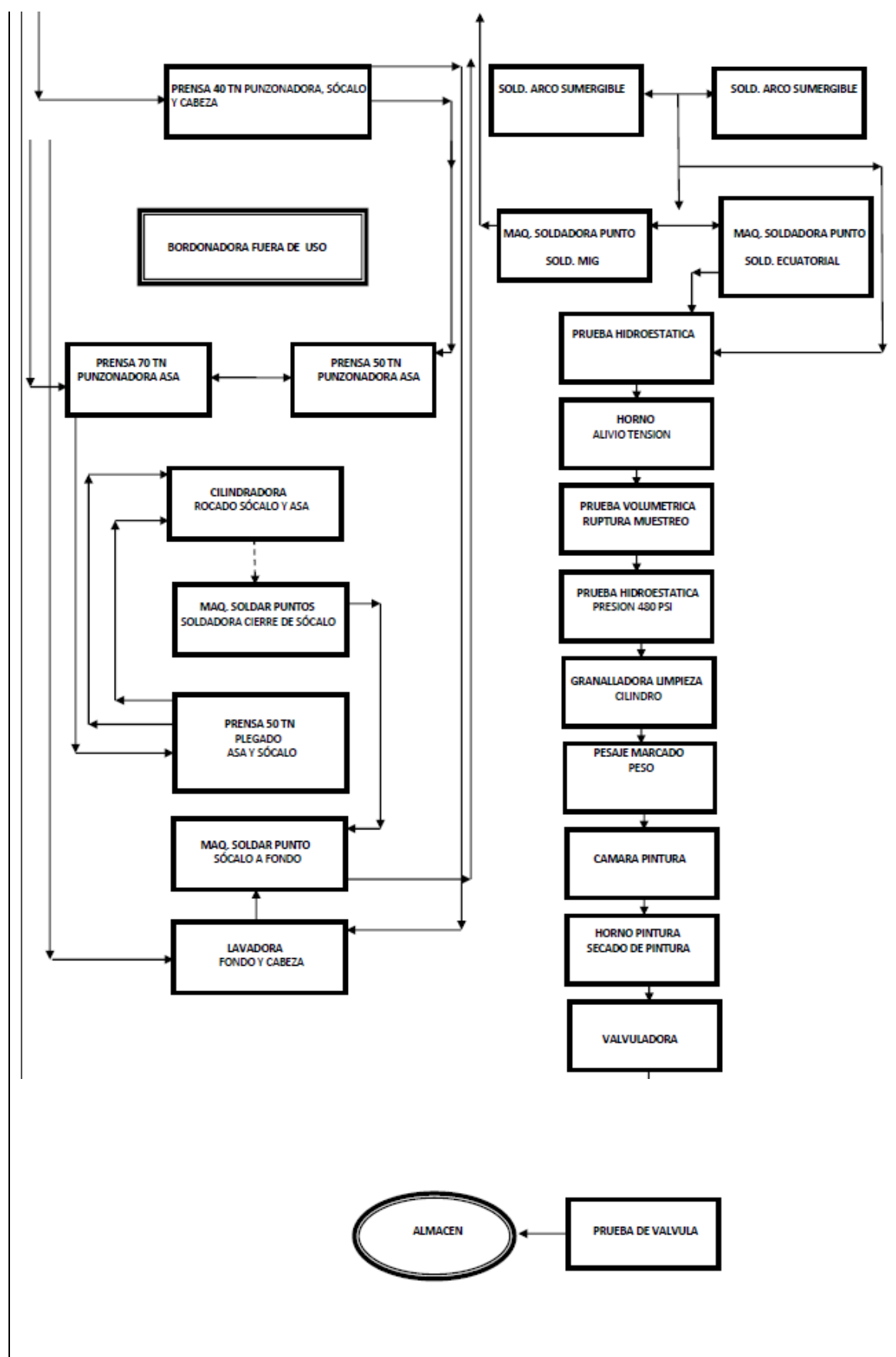
Los envases provenientes de la prueba hidráulica son colgados en un transportador aéreo y su superficie es tratada por un proceso abrasivo con esferas de acero, denominado granallado y químico, denominado fosfatado para asegurar el correcto anclaje de la pintura de terminación y eliminar toda posibilidad de corrosión bajo la misma.

Luego de este proceso y en forma continua ingresan la cámara de pintura en polvo electrostático dónde los envases cargados con polaridad negativa, pasan a través de una nube controlada de polvo con polaridad positiva, lográndose la deposición del mismo sobre toda la superficie.

A continuación ingresan al horno de pintura dónde se logra el curado y resistencia final de la misma. Luego de este proceso se les coloca las válvulas, se realiza la prueba de válvula y el estampado por serigrafía del logotipo institucional del cliente si éste lo requiere.

**Figura 1.5** Diagrama de flujo del proceso de producción. Fuente: Proporcionado por la empresa.





En esta investigación se pudo observar que la empresa no cuenta con equipo para prueba de rayos x para inspección de la soldadura del cilindro, pero el equipo esta localizado en otra empresa del grupo empresarial al que pertenece Cilindros Nacionales, ya que todos los envases son sometidos a inspecciones visuales y pruebas hidráulicas para verificar la ausencia de pérdidas, la calidad de las uniones soldadas y su capacidad total de soportar presiones.

Se tienen 38 equipos en total, 1 devanadora, 1 alimentadora, 2 cizallas, 8 prensas, 2 bordonadoras, 16 soldadoras, 2 cilindradoras, 2 hornos, 1 grallanadora, 1 peso, 1 cámara de pintura, 1 valvuladora, de diferentes capacidades dependiendo del tipo de cilindro que se desee fabricar en lo que respecta a su largo y diámetro.

**Tabla 1.3** Cantidad y tipos de máquinas. Fuente: Elaboración propia.

| <b>MAQUINAS</b>           | <b># DE MAQUINAS</b> |
|---------------------------|----------------------|
| <b>Desvanador</b>         | 1                    |
| <b>Alimentador</b>        | 1                    |
| <b>Cizalla</b>            | 2                    |
| <b>Prensa Arcada</b>      | 1                    |
| <b>Prensa Punzonadora</b> | 3                    |
| <b>Prensa Marcado</b>     | 1                    |
| <b>Prensa Embutido</b>    | 2                    |
| <b>Prensa Plegado</b>     | 1                    |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Maq. Soldadura MIG</b>    | 3 |
| <b>Cilindradora</b>          | 2 |
| <b>Sold. Arco Sumergible</b> | 7 |
| <b>Maq. Soldar Puntos</b>    | 6 |
| <b>Horno</b>                 | 1 |
| <b>Grallanadora</b>          | 1 |
| <b>Peso</b>                  | 1 |
| <b>Cámara Pintura</b>        | 1 |
| <b>Horno Pintura</b>         | 1 |
| <b>Valvuladora</b>           | 1 |
| <b>Bordonadora</b>           | 2 |

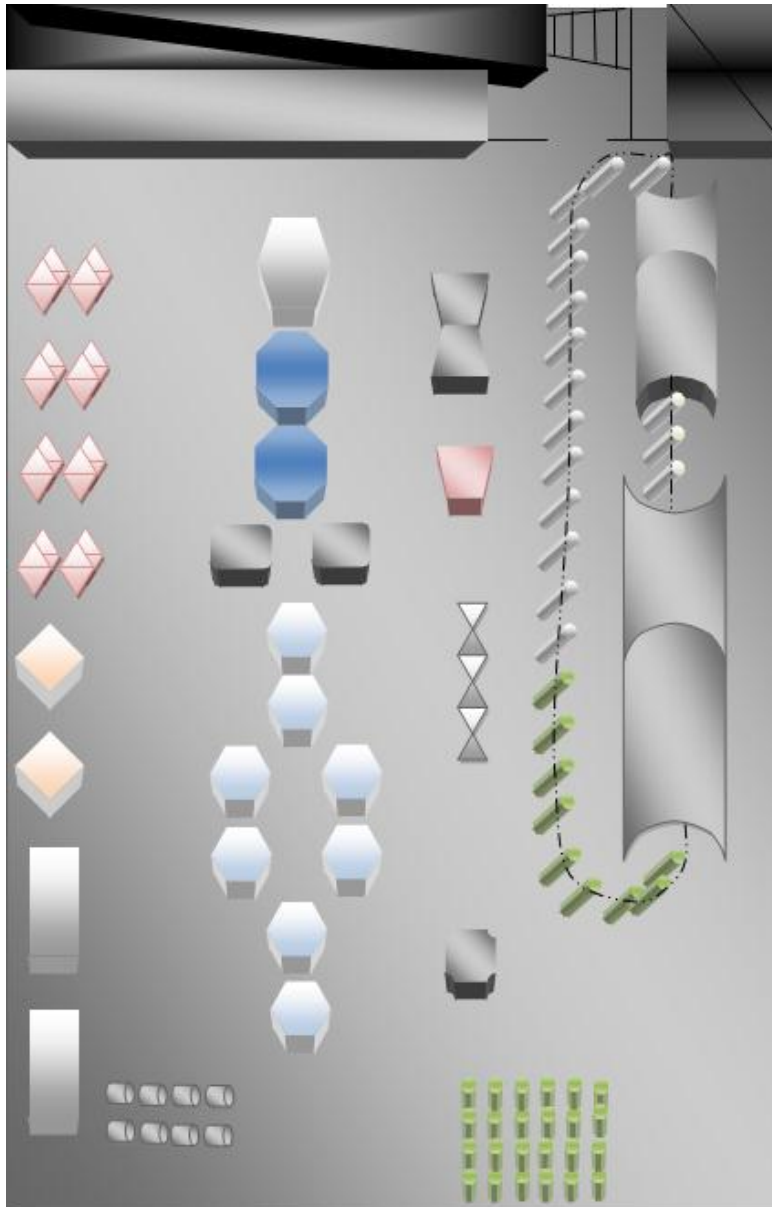
## 1.7. Descripción Física Del Área De Producción

En este literal se expondrán en forma gráfica, la situación física de las áreas que constituyen la línea de producción de los cilindros para gas. La línea de producción posee una distribución por procesos<sup>8</sup>, según Lee Krajewski (2000) en su libro "Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis", para este tipo de arreglo todas las operaciones o procesos del mismo tipo se realizan en la misma zona. Las máquinas parecidas y las operaciones de ensamble similares se agrupan, esto es, el material pasa a través de los departamentos o de las áreas de procesos. En la siguiente figura se muestran los

<sup>8</sup> Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman. (2000). **Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis**, México: Pearson Educación.

dibujos de las áreas pertenecientes a la planta de producción con su respectiva descripción.

**Figura 1.6** Distribución física de la planta (Layout). Fuente: Elaboración propia.





Desvanador



Alimentador



Cizalla



Soldadora



Presa



Bordonadora



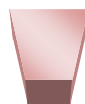
Cilindradora



Horno alivio tensión



Grallanadora



Prueba Hidrostática



Prueba Volumétrica



Pesaje marcado



Valvuladora (Prueba de  
Válvula)



Bobina de acero



Producto terminado



Cámara Pintura



## **CAPITULO II. GESTION EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA. GENERALIDADES.**

La energía eléctrica, el agua o el gas, con sus precios en constante crecimiento y una mayor sensibilidad frente a cuestiones medioambientales, son recursos cada vez más preciosos. Esto representa un reto considerable para los sectores en donde incurre de manera decisiva el manejo de un gran volumen de energía, la máxima disponibilidad y una disminución permanente de los costos: las industrias de procesos y las manufactureras, así como las construcciones para fines determinados. En estos sectores el tema ahorro de energía es cuestión permanente a tratar. Pero, ¿Dónde hay que actuar? ¿Qué medidas son necesarias para aprovechar mejor el mayor potencial? Y una vez efectuada la medida oportuna, ¿Cómo se reconoce y fundamenta su validez? Estas preguntas tienen una única respuesta: con la gestión eficiente de la energía eléctrica

### **2.1. Gestión Eficiente De La Energía**

Los sistemas de gestión empresarial se implementan tomando como referencia los sistemas de gestión recomendados por normas internacionales. Así, los sistemas de gestión de la calidad reconocen al cumplimiento de las Normas ISO 9000, los sistemas de gestión ambiental a las Normas 14000, y los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo a las Normas OSHA 18001. Lo

antepuesto debido a que el acatamiento de estas normas internacionales de gestión constituye una garantía para la buena relación cliente-proveedor y para aseverar el desarrollo de la empresa. Así lo expresa campo, “La situación energética y ambiental hace imperativo la toma de acciones para reducir el consumo energético en las empresas, estas acciones corresponden tanto al sector empresarial como al gubernamental.”<sup>9</sup>

Para lograr el uso eficiente y razonado de la energía las empresas tienen que realizar cambios en su sistema organizacional, en sus sistemas de planificación y control e inclusive en su sistema de toma de decisiones. Esto implica relacionar apropiadamente la estructura organizacional y los sistemas de control, que le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos.

La Norma ISO 50001 de Gestión de la Energía, pauta el diseño organizacional demandado en la empresa para la administración eficiente de la energía en los procesos productivos. Esto ha hecho necesario estimular a las empresas a trazar modelos de gestión de la energía para el impulso de la nueva cultura organizacional para el uso eficiente de la energía.

En nuestra investigación se encontró que la ISO 50001 describe los ahorros que pueden ser alcanzados, como se explica a continuación:

---

<sup>9</sup> Campos, J., Gómez, R., & Santos, L. (1998). **Eficiencia energética y competitividad de empresas**. Cuba: UCF

Basados en esta norma se pretende diseñar un sistema de gestión de la energía eléctrica, para efficientizar el manejo de la misma dentro de la empresa, así como reducir los costos asociados a ella los cuales inciden de forma directa en los costos de producción.

## **2.2. Norma Internacional De Gestión Energética ISO**

### **50001. Descripción General.**

Reducir el uso de energía es la clave para combatir la escasez de energía y el consecuente aumento del coste de la misma. También puede ayudar a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para muchos la respuesta al ahorro energético y a una gestión eficaz de la energía es un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), un marco para la gestión sistemática de la energía. "La Norma ISO 50001 de Gestión Energética proporciona a las empresas un ahorro de costes, un incremento en el rendimiento energético y, en consecuencia, una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, añadiendo valor a sus productos y a sus servicios, tanto a nivel interno como externo."<sup>10</sup>

Esta norma representa un gran paso a la hora de efficientizar el manejo de los recursos energéticos. Es por ello que esta investigación se guiará de la misma, para proporcionarle a la empresa una visión

---

<sup>10</sup> <http://www.bsigroup.es/es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Gestion-de-la-Energia-ISO-50001/>

de como podrán manejar este recurso de manera que no afecte ningún sector de la misma, por tal motivo, que el mismo sea utilizado de forma tal que se produzca más con menos y a un menor costo.

### **2.3. Beneficios De La Norma ISO 50001.<sup>10</sup>**

Utilizar la norma ISO 50001 de Gestión de Energía como marco de las mejores prácticas para gestionar y reducir su consumo de energía le permitirá:

- **Reducir los costes**

Reducir los costes energéticos a través de un enfoque estructurado para identificar, medir y gestionar el consumo de energía.

- **Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar el cumplimiento con la legislación actual o futura**

Conocer a los objetivos de energía voluntaria y/u obligatorios de eficiencia o de gases de efecto invernadero (GEI), la legislación en reducción de emisiones y las expectativas de los interesados ahora y en el futuro.

- **Mejorar la seguridad en el abastecimiento de energía**

Entender su riesgo de exposición a la energía e identificar las áreas de la organización de mayor riesgo.

- **Mejorar el rendimiento del negocio**

Mayor productividad identificando y priorizando de manera sistemática las más rentables soluciones técnicas eficaces y que afectan al cambio de comportamiento para reducir el consumo de energía.

- **Involucrar a la alta dirección**

Posicionar la gestión de la energía en la dirección como un tema clave de inversión en su organización.

- **Formalizar la política energética y los objetivos**

Crear el respeto a la política de gestión de la energía e integrar la eficiencia energética en el pensamiento de su organización.

- **Integración con sistemas de gestión existentes**

Alinear su sistema de Gestión de la Energía (SGE) con sistemas de gestión existentes para incrementar el beneficio.

- **Innovar**

Desarrollar oportunidades para nuevos productos y servicios ante un futuro en un mundo con restricciones en las emisiones de carbono.

## **CAPITULO III. MARCO TEORICO**

### **3.1. Definición.**

**Carga:** Elementos de un sistema que absorben energía eléctrica, transformándola para su aprovechamiento. Se puede expresar en potencia (KVA), en energía (KWh) o, cuando el nivel de tensión es constante, en corriente (Amp).<sup>11</sup>

**Cargo fijo mensual:** El cargo fijo mensual es independiente del consumo, y se efectuará incluso si éste es nulo.<sup>11</sup>

**Casquetes (superior e inferior):** Son partes metálicas del recipiente, de forma semiesférica o semielíptica, con o sin faldón recto, o de forma semicapsulada.<sup>7</sup>

**Cilindro:** Recipiente utilizado en la prestación del servicio público domiciliario de Gas Licuado del Petróleo, con capacidad entre 5 y 46 kilogramos (Kg) de GLP que puede ser metálico o de construcción compuesta. Son recipientes herméticos, transportables verticalmente siempre, de capacidad no mayor de 120 litros de agua a 15,6°C y de una altura máxima 1,5mts.<sup>7</sup>

**Collarín:** Es la pieza de forma circular, con un orificio concéntrico que presenta una rosca cónica para tubos, que va soldada al recipiente, y que sirve para incorporar la válvula al cilindro.<sup>7</sup>

---

<sup>11</sup> Lillo, Mario. **Electrificación Aplicada**. Universidad de Concepción. Chile

**Consumo:** Magnitud de un suministro de electricidad, expresado en KWh. Energía aprovechable para un fin determinado.<sup>11</sup>

**Cuello Protector:** Elemento soldado a la Tapa que sirve para la protección de la válvula y manipulación del cilindro.<sup>12</sup>

**Cuerpo del Recipiente:** Corresponde a la sección cilíndrica del cilindro o tanque estacionario, conformada por una sola pieza.<sup>11</sup>

**Demanda Máxima:** Las instalaciones tienen cierta demanda en cualquier instante del tiempo. Para el sistema de facturación de las empresas Distribuidoras en República Dominicana la más importante de todas las demandas, en una instalación, es la máxima ocurrida en el periodo de un mes y sostenida como mínimo durante 15 minutos. Se entenderá por demanda máxima al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes. La demanda máxima anual es el mayor valor de las demandas máximas mensuales en el periodo de 12 meses consecutivos.<sup>13</sup>

**Demanda:** Cantidad de potencia requerida desde el sistema en un instante dado. La demanda de una instalación corresponde simplemente a la suma aritmética de las potencias de todos los equipos que tiene funcionando simultáneamente.<sup>7</sup>

---

<sup>12</sup> [http://www.sic.gov.co/siyc/memoria/resolucion/minminas/resolucion\\_minminas\\_180196\\_2006.html](http://www.sic.gov.co/siyc/memoria/resolucion/minminas/resolucion_minminas_180196_2006.html) (artículo “Superintendencia de Industria y comercio Memoria Jurídica 2011” por Luis Ernesto Mejía Castro. Obtenido en fecha 21 de febrero del 2006.)

<sup>13</sup> **Decreto No. 494-07 que modifica el Reglamento de Aplicación de la Ley General de Electricidad, No. 125-01**, de fecha 26 de julio de 2001.

**Embutido:** Proceso metalmecánico utilizado para brindar la forma requerida a una lámina, aplicándole una fuerza que obliga al metal a deformarse plásticamente a través de un molde, sin utilizar calor, impactos ni golpes.<sup>7</sup>

**Energía:** Tanto a la potencia activa como a la reactiva, se le asocia un valor de energía. La energía representa la cantidad de potencia consumida en la unidad de tiempo.<sup>12</sup>

**Factor de carga (FC):** Es un indicador numérico importante acerca de la forma de uso de los equipos eléctricos en una instalación. Este indicador provee de algunos elementos de juicio que ayudan a tomar decisiones sobre esa forma de uso a nivel de los procesos productivos. El factor de carga específica sobre un periodo diario, mensual, anual o cualquier otro útil para el análisis. Factor de carga (fc) se define como la relación entre la demanda promedio del periodo y la demanda máxima en el mismo periodo.<sup>14</sup>

**Factor de Potencia (FP):** Es la relación entre la potencia reactiva y la activa, expresado como el valor del coseno del ángulo de la resultante vectorial de los anteriores. Desde el punto de vista analítico, la resultante se denominaría potencia o energía aparente (EAP).<sup>12</sup>

**Factor de potencia mensual:** Para poder penalizar el uso eficiente de los sistemas de transmisión y distribución, el cual está ligado

---

<sup>14</sup> <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/1997/24-1997.html> (artículo “Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas” por Eduardo Zolezzi Chacón. Obtenido en fecha 14 de octubre del 1997).



estrechamente con el flujo de potencia reactiva, se mide el factor de potencia medio mensual. Este valor se calcula de acuerdo a la energía activa y reactiva consumida en la unidad de tiempo, que pueden ser quince minutos, una hora, un mes o en el período comprendido en horas de punta.<sup>12</sup>

**Facturación de Potencia en Horas de Punta:** Esta facturación es igual al producto de la potencia a facturar en horas de punta por el cargo mensual de la potencia de punta.<sup>13</sup>

**Facturación de Potencia en Horas Fuera de Punta:** Esta facturación es igual al producto del exceso de potencia en horas fuera de punta por el cargo mensual de potencia fuera de punta. El exceso de potencia en horas fuera de punta es igual a la diferencia entre la potencia a facturar en horas fuera de punta menos la potencia a facturar en horas de punta, siempre que sea positivo, en caso contrario será igual a cero.<sup>13</sup>

**Fondo:** Sección cóncava del lado de la presión colocada en la parte inferior del cilindro.<sup>10</sup>

**Gas Licuado del Petróleo o GLP:** Combustible constituido por mezclas de hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo que en condiciones atmosféricas se licúa fácilmente por enfriamiento o compresión, constituidos principalmente por propano y butanos.<sup>10</sup>

**Gestión de la energía:** Es la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la misma cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas).<sup>10</sup>

**Potencia Activa:** Está asociado con el valor medio de la potencia instantánea que circula en un circuito eléctrico, y es la única componente de la potencia eléctrica capaz de generar trabajo o calor. (La potencia activa es la responsable de las pérdidas en un circuito eléctrico).<sup>10</sup>

**Potencia Conectada:** Parte de la potencia instalada por el cliente que puede ser alimentada por el suministrador.<sup>10</sup>

**Potencia Contratada:** El término potencia contratada sólo será utilizada para la facturación de la potencia activa. La potencia contratada será definida por el cliente.<sup>13</sup>

**Potencia Instalada:** Suma de las potencias nominales de los aparatos conectados por un cliente.<sup>10</sup>

**Potencia Reactiva:** Esta energía también carece de sentido físico, aunque puede asociarse con la energía almacenada en campos eléctricos o magnéticos. Su unidad es el Volt-Ampere-Reactivo (VAR). Esta potencia tampoco cumple con el principio de conservación de la energía.<sup>10</sup>

**Potencia:** Sistema mecánico, la potencia se define como la capacidad del equipo o sistema para producir trabajo.<sup>10</sup>

**Tapa:** Sección cóncava del lado de la presión, colocada para los cilindros en su parte superior y para los tanques Estacionarios en sus extremos.<sup>11</sup>

**Tara del cilindro:** Es la masa que corresponde al cilindro vacío, incluyendo la masa de la válvula.<sup>7</sup>

**Tara:** Peso del recipiente en que se pesa una mercancía y que luego se resta a ella.<sup>15</sup>

**Válvula:** Elemento mecánico de operación manual o automática que integra en su cuerpo un dispositivo para carga y descarga de GLP y dispositivo para alivio de presión; con o sin dispositivo de máximo nivel de llenado.<sup>7</sup>

**Válvula:** Elemento mecánico de operación manual o automática que integra en su cuerpo un dispositivo para carga y descarga de GLP y dispositivo para alivio de presión; con o sin dispositivo de máximo nivel de llenado.<sup>7</sup>

**Zócalo:** Es el aro o base de sustentación en el extremo inferior, que impide el roce del fondo del cilindro con el piso.<sup>7</sup>

---

<sup>15</sup> <http://www.definicion.org/tara>

## **3.2. Control de la cantidad de energía consumida en cada proceso.**

La identificación y control de la cantidad de energía consumida en cada en cada área o actividad es en definitiva una toma de conciencia de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la empresa. Esta nueva visión, es una herramienta de aplicación y revisión progresiva garantizando el compromiso de mejora continua en la organización o empresa.

En nuestra investigación se realizará un diagnostico energético, que cosiste en hacer un registro de los equipos consumidores de energía (Iluminación, Climatización, equipos de oficina, motores eléctricos, etc.), analizando el consumo energético de un año, por medio de las facturas eléctricas, para tomar como referencia el consumo promedio mensual, con la finalidad de analizar la forma y los porcentajes de consumo de energía por actividad por área.

### **3.2.1. Distribución promedio de las cargas conectadas.**

La utilización de equipos eléctricos genera un aumento en el consumo de energía, pero con la utilización de un sistema de gestión de la energía se puede llegar a ahorros significativos hasta en un 50%.<sup>16</sup>

Es importante saber el consumo de energía eléctrica que representan las distintas áreas en la empresa, para ello nuestra investigación ha

---

<sup>16</sup> Agencia Presidencial para la acción social y la cooperación internacional. **Guía ambiental de Buenas Prácticas.** Área de calidad y mejoramiento continuo. 21 de septiembre del 2007 versión No. 1. Bogotá, Colombia

realizado una distribución de las cargas conectadas, con el objetivo de conocer donde se genera el mayor consumo energético y que porcentajes representan. Así como detectar, basados en datos concretos, cuáles medidas de ahorro energético se pueden implementar para reducir los costos de consumo eléctrico. La Tabla 4.5 y el gráfico 4.2, del anexo, muestran los porcentajes de energía usada en KWh, en relación al total de energía usada por área y por mes.

Como se puede observar en la tabla y en la figura, se muestra la distribución de las cargas conectadas y en el que además se observa claramente que los principales consumidores de energía eléctrica son las luminarias que representan el 6% del total de lo KWh consumidos y los motores eléctricos ya que estos representan el 87% del total de la energía utilizada en (KWh) por mes, por lo tanto es uno de los puntos críticos a monitorear.

### **3.3. Gestión de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la organización.**

En la investigación se realizó un diagnóstico y análisis del consumo energético por área, tomando en cuenta los distintos equipos consumidores de energía eléctrica. Para ello se llevará a cabo un

análisis del consumo eléctrico de los motores, luminarias, aires acondicionados y equipos de oficina, con el objetivo de comprender los flujos, la forma y los porcentajes de consumo de energía por cada actividad y los ahorros de energía que se generarán con la implementación de las medidas de consumo eficiente pertinentes en cada área. Priorizar los consumos de energía para no afectar el confort en las áreas de trabajo ni impactar las actividades productivas del área donde se realizará el estudio que garantizarán prácticas eficientes de control y uso de la energía.

### **3.4. Administración del flujo de información.**

El flujo de la información va de la mano con el análisis de las actividades que se llevan a cabo dentro de la empresa. Al analizar estas actividades se pueden identificar las fallas de cada uno y así poder realizar una mejora a dichas actividades para ofrecer productos y servicios de calidad a los clientes, reducción de costos operativos y así aumentar la productividad.

La demanda establece la producción, como se producirá, cuanto se producirá, la calidad de la producción y en que tiempo todo esto se debe planear según la demanda del mercado. Para mejorar los recursos energéticos se requiere de análisis para mejorar y reducir los costos operativos salvaguardando los niveles de eficiencia necesarios para lograr mantener la productividad en un alto nivel.

Se debe estar en constante monitoreo de los cambios en que se incide en la empresa, para no perturbar o variar de forma negativa el consumo eléctrico, que en tal caso repercutirían en elevados costos operativos y de la producción. Si hay debilidades o desperdicios hay que corregirlos. Se efectúan los diagramas de flujo que nos permiten visualizar de forma más práctica lo que ocurre en el proceso de producción y por ende debemos proceder para llevar a cabo los cambios apropiados y estar en una mejora continua de los procesos.

En esta investigación la información recopilada para su posterior desglose y análisis consistió en las facturas eléctricas correspondientes a todo un año de consumo eléctrico donde se identificaron y estratificaron los índices de consumo por área, diagramas de flujo de operaciones que ayudaron a identificar cuáles agentes de tipo energético intervienen en las operaciones y en qué medida y así de esta manera inferir para determinar en cuáles de estos factores implementar las medidas correctivas de lugar antes mencionadas. De igual forma se desglosó la entrevista realizada al gerente general de la empresa, para fines de este trabajo.

### **3.5. Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible.**

La cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas al ciclo de vida de un producto o durante el desarrollo de una actividad prestada por una empresa o de la celebración de un evento, se expresa como cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente.<sup>17</sup>

La cuantificación es un instrumento apropiada para todas aquellas empresas que quieran adherirse a un sistema de compromiso consciente de reducción de las emisiones de GEI, lo que favorece a la demostración ante terceros de la obligación de la organización con la responsabilidad social a través de sus necesidades en mitigación del impacto al ambiente.

Como beneficio adicional, la determinación de la cantidad de CO<sub>2</sub>, permite identificar oportunidades de ahorro energético y económico, consecuencia de un mejor conocimiento de las fuentes emisoras y las posibilidades de reducción de emisiones.

En esta investigación la realización del cálculo de la cantidad de emisión de CO<sub>2</sub> (0.732 Kg de CO<sub>2</sub>/KW)<sup>18</sup>, factor de emisión del

---

<sup>17</sup> [http://www.creara.es/calculo\\_huella\\_carbono.htm](http://www.creara.es/calculo_huella_carbono.htm)

<sup>18</sup> **Mecanismo para un desarrollo limpio de un proyecto de energía eólica.** Basada en la generación eléctrica de la planta conectada al SENI, 28 de Julio 2006. PPD los Cocos Ege Haina.



margen combinado de las unidades de generación eléctrica conectada que proporciona una herramienta de gestión de las emisiones que facilita la identificación de oportunidades de reducción de las mismas, lo que se traducirá a su vez en un ahorro energético y económico.

Adicionalmente, permitirá la realización de informes de gases de efecto invernadero con afirmaciones sustentables, que puedan ser valoradas por un evaluador independiente, aumentando la creencia y la transparencia de la organización ante sus clientes, proveedores, sus accionistas y la opinión pública.

En la realización del cálculo se tomará en cuenta el ahorro en KWh realizado en cada área analizada y la producción en Kg para obtener las emisiones de CO<sub>2</sub> que se evitarán por Kg/KWh.

Como consecuencia del análisis antes descrito se estima la disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) derivadas del ahorro del consumo energético y por tanto se estima la reducción de los costos operativos mensuales.

### **3.6. Ventajas y Beneficios de los Sistemas de Gestión de la Energía.**

Una estructura organizacional no importa el tamaño que tenga, como empresa de producción de recursos debe de examinar siempre todas las opciones que ofrece las últimas disposiciones del mercado con

relación a las distintas formas del manejo administrativo de un sistema de gestión.

En la República Dominicana si bien es cierto sobre las carencias y precariedades en el sector eléctrico dominicano hacen que sea todo un reto el tener un ambiente controlado en cuanto al suministro eléctrico, es esta una razón por la que el tener implantado un sistema de gestión que eficiente los recursos, invita a razonar que es sin duda alguna una herramienta perfecta de administración, que solo aportará oportunidades de mejoras al sistema y por consiguiente, ventajas y beneficios a la empresa.

Es precisamente de esas ventajas y beneficios que las empresas se apoyan para seguir ampliando nuevos esquemas de trabajo, nuevos métodos, procesos y operaciones para perfeccionar los recursos y ser altamente productivos de una forma eficiente, medible y administrable.

Muchas empresas consideran que con sólo tener un plan de ahorro es suficiente para hablar de las ventajas y beneficios que ofrece un sistema de gestión de la energía eléctrica, este trabajo de grado hace énfasis en resaltar que no es suficiente tener un plan de ahorro energético para considerarlo como un sistema de gestión, si bien es cierto que es significativo, esto no contempla a grandes rasgos lo que describe un sistema de gestión de la energía eléctrica, es importante entender, conocer y saber cual es el potencial de ahorro y mejora, es

tener la visión, para lograrlo sin duda hay que plantearse las siguientes cuestionantes; ¿Cuáles son mis necesidades en el sistema de gestión actual?, ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades del sistema de gestión energético? , ¿Las conozco?, ¿Por qué son necesarias? Son estas algunas de las inquietudes que generan el no conocer a plenitud los aportes que se pueden lograr en una empresa utilizando controles y métricas que permitan evaluar, medir y administrar sus recursos energéticos y orientarlos a un propósito mas productivo y eficiente.

Una de las primeras ventajas, y uno de los principales objetivos de que busca aclarar este trabajo de grado es que Cilindros Nacionales pueda conocerse más a fondo. Este autoconocimiento les proporcionará informaciones que podrá utilizar para beneficio propio, la forma en como se le dé uso a esa información podrá aportar valor a la empresa, por lo tanto es la mas importante de las ventajas, pues de esta se desprenden otros beneficios, como son los datos que se consiguen a raíz de ir describiéndose a si misma como una empresa en un sistema de gestión de la energía eléctrica.

Otras de las ventajas que ofrece nace a partir de la primera ventaja, en la publicación de la Guía para la implantación de sistemas de gestión energética, hecha por la fundación MAPFRE (Mutua de la Agrupación de Propietarios de Fincas Rústicas de España) en asociación con AEDHE (Asociación de Empresarios del Henares)

donde se resalta que un Sistema de gestión de la energía "Proporciona un medio para gestionar la energía de forma activa, y para disponer de documentación ordenada y registros fiables en relación a los ahorros conseguidos y sobre los proyectos en los que se va embarcando para conseguir los objetivos." Esto muestra que un sistema bien diseñado e implantación del mismo será el medio de transporte que ofrecerá la información necesaria para saber en dónde, cómo y cuáles son las áreas que nos permitirán tener mayores oportunidades de mejoras.

Otros de los beneficios es el medio ambiental, si bien es cierto que vivimos en un mundo cada vez más agitado de los cambios climáticos y estos a su vez aquejando las economías, quizás sea un granito de arena que las empresas podrán emplear para hacer conciencia de las necesidades que hoy en día se tienen, muchas empresas usan este beneficio para generar ventajas competitivas con relación a la imagen corporativa para sus consumidores de que ofrecen un producto más limpio, que va en pos de fortalecer un medio ambiente más sano. Pero el verdadero valor reside en que define un sistema más orientado en optimizar y hacer uso razonado de la energía que se consume como la que se concibe. Una ventaja es que estos sistemas de gestión son perfectamente integrables y compatibles con otros sistemas, estándares y normas ambientales y no ambientales, produciéndose así otro beneficio que son los económicos.

Los beneficios económicos que puede generar un SGE (sistema de gestión energético) parten en gran medida de la inquietud de optimizar los recursos y reducir los costos de producción, en Cilindros Nacionales ese uso de la energía es parte integral y fundamental para la producción de cilindros, pues de ella depende que el producto pueda salir al mercado. En la mayoría de los casos la energía eléctrica juega un papel importante en una empresa, muchas veces llegando a influir directamente en más de un 80% del costo de producción. Es en este aspecto donde un sistema de gestión bien esbozado y sistematizado, adaptado a la empresa puede generar más ahorros que un sistema de gestión no diseñada correctamente. Muchas empresas adoptan por error culturas de ahorros de otras empresas cuando en muchas ocasiones este tipo de práctica en vez de ayudar, lo que hace es perjudicar a la empresa misma amenazándola en contra de su propio sistema. Es por eso que se debe de adaptar a la naturaleza misma de la empresa y sus fines comerciales. No siempre el ahorro es la forma mas eficiente de reducir costos, si no se enfoca bien, este fin puede ocasionar desviaciones. Por eso aunque muchas veces admite un costo inicial, un sistema de gestión de la energía eléctrica puede rápidamente generar una disminución en el costo de producción de un producto y se puede recobrar la inversión inicial en muchos casos en menos de un año y en otros hasta en tres años.

### **3.7. Procedimiento para el diseño del sistema de gestión eficiente de la energía.**

Nuestra investigación estará fundamentada en la norma ISO 5001 sobre un sistema de gestión de la energía, también en las recomendaciones de CORPOELEC (Corporación Eléctrica Nacional de Venezuela), y en las recomendaciones basadas en las normas UNE (Una Norma Española).

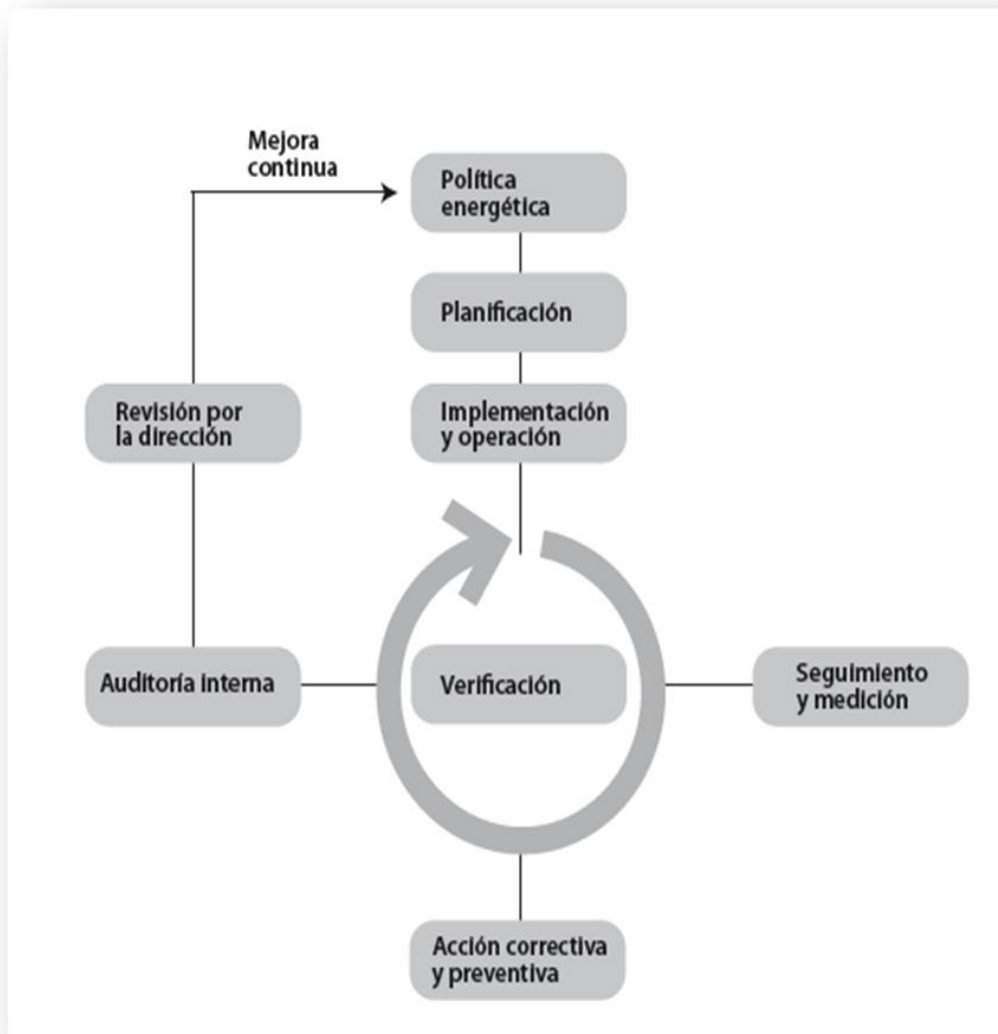
Toda norma de la ISO esta estructurada en el ciclo Deming de planificar-hacer-verificar-actuar, esta metodología es el espíritu de la filosofía de mejora continua, como la mayoría de las normas ISO están constituidas.

El propósito de la norma internacional ISO 50001 es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar la eficiencia energética, incluyendo el uso y consumo de la misma. La aplicación de esta norma tiene por objeto dar lugar a reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, costo de la energía, y otros impactos ambientales relacionados, a través de una sistemática gestión de la energía. Esta Norma Internacional es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones, independientemente de las condiciones geográficas, culturales o sociales. La implantación exitosa depende del compromiso de todos

los niveles y las funciones de la organización, y especialmente de la alta dirección.<sup>19</sup>

Para fines de esta investigación se tomará como punto de partida el modelo de sistema de gestión energético de la norma ISO 50001, planear, actuar, verificar, hacer. **Figura 3.1**

**Figura 3.1** Modelo de Sistema de Gestión Energética Fuente: Norma UNE-EN 16.001:2009.



<sup>19</sup> Extraído de la Norma ISO 50001. [www.iso.org](http://www.iso.org)

Este modelo de gestión se divide en diferentes partes, estas son:

Es partiendo de este ciclo donde empieza el proceso de diseño, si se lo describe a grandes rasgos se puede connotar en este trabajo, buscará primero “planificar” la metodología a usar y los medios y recursos de ingeniería que soportarán tanto en el proceso de investigación como en el proceso en sí del diseño mismo, es elemental definir los objetivos y el alcance del sistema para realizar un diseño exitoso. En esta parte se evaluarán los aspectos energéticos significativos, los que puedan tener una huella considerable en el cometido energético, controlable por la organización. En esta investigación se tomará en cuenta el uso pasado y presente de la energía, para analizar su consumo y así identificar cuales actividades, equipos y sistemas generan el mayor consumo de energía eléctrica y de esta forma identificar las personas o las funciones de la empresa cuyo trabajo pueda influir en el desempeño energético. Por otra parte identificar las oportunidades de ahorro de energía.

Luego se “actúa” en base a lo planeado y admitido en el sistema de gestión actual de la empresa, donde se debe vislumbrar toda la información compilada previamente para descubrir todas las oportunidades de mejora que el sistema de gestión puede mejorar. En esta parte se implementarán los planes de acción de gestión de energía. Aquí se definirán las funciones, responsabilidades y



autoridad, y asignación de los recursos necesarios. Se formará y educará al personal en la política energética y el impacto de sus actividades en la empresa. Se establecerán los procedimientos de comunicación interna que permitan la colaboración de todos.

Para proceder con el diseño se debe de “verificar” el sistema actual y certificar el tener o no implementado las condiciones del ambiente de trabajo y todos los procesos conjunto con sus procedimientos. Se dará seguimiento y medición de las características de las operaciones con un impacto significativo en el uso de la energía. Se formularán instrucciones para tratamiento de no conformidades reales o potenciales, con la toma de acciones correctivas y preventivas.

Luego de tener todo documentado, podemos cerrar el ciclo en donde se debe “hacer”, implantan y mantienen el sistema, el mismo en esta etapa busca forjar el diseño de manera que este pueda aportar las mejoras y traer los resultados esperados. En esta parte la alta dirección debe revisar el Sistema de Gestión Eficiente (SGE) habitualmente y evaluar su utilidad, adecuación y eficacia, cambios necesarios y oportunidades de mejora.

Para el diseño de ejecución de un sistema de gestión eficiente de la energía, se debe de vislumbrar todos los niveles de la empresa e involucrarlos en el diseño.

El primer eslabón será realizar un levantamiento de información de toda la empresa, el cual estará sustentado por diferentes métodos de

investigación que se utilizarán, para así recopilar la mayor información posible y obtener un cuadro mas extenso de las necesidades que la empresa necesita satisfacer y detectar las oportunidades de mejora para un diseño mas efectivo y a la medida. Luego de recopilar toda la información concerniente a los procesos, procedimientos y sistemas implementados en la empresa se desarrolla la documentación que en base a ella se procederá a definir métodos de seguimiento y definir objetivos que sean medibles y alcanzables, también se debe puntualizar el alcance del sistema de gestión. Para ello se utilizan análisis gráficos de los niveles de consumo vs la capacidad instalada de equipos, se esboza el nivel de uso de los equipos y de sus procedimientos.

Este proceso es muy importante pues un buen levantamiento dictaminará el éxito o no del diseño. Un buen diseño debe permitir la integración con otros sistemas de gestión, tal como lo define la Organización Internacional de Estándares (ISO).

### **3.8. Revisión crítica de los estudios sobre la gestión de la energía eléctrica.**

Al hacer el diseño recomendado para esta empresa, la cual ha permitido hacer todo el levantamiento necesario dentro de la misma, se pudo contar con el uso de toda la información necesaria para la

ejecución de este estudio. Así como la revisión de las facturas eléctricas correspondientes a todo un año de facturación.

Esta investigación en primer lugar argumenta sobre la problemática incurrida desde hace años por la empresa CILINDRO NACIONALES CXA, en donde la situación ante el uso deficiente de la energía eléctrica, es considerada crítica debido a la interacción descontrolada del uso, logrando elevar los costos de producción. Conforme a esta situación se advierte la necesidad de realizar un diagnóstico minucioso de la problemática existente, con la finalidad de identificar las oportunidades para buscar las soluciones, las medidas o proyectos de ahorro energético en los equipos y procesos claves de la empresa.

En la investigación se obtuvo información de la norma 50001 donde la misma tiene la intención lograr lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a hacer un mejor uso de sus bienes de consumo energético existentes.
- Crear la transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de energía y reforzar la buena conducta en la gestión de energía.
- Ayudar a las instalaciones para evaluar y dar prioridad a la aplicación de las nuevas tecnologías de eficiencia energética.

- Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética en toda la cadena de suministro.
- Facilitar la mejora de gestión de energía de gas de efecto invernadero, proyectos de reducción de emisiones.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como medio ambiente, la salud y la seguridad.<sup>20</sup>

También Buscando siempre la incorporación de nuevas normativas eficientes podemos confirmar lo expuesto por la corporación nacional eléctrica (CORPOELEC) sobre los pasos<sup>21</sup> a llevar acabo en la gestión eficiente de la energía los mismos serán nombrados a continuación:

1. Crear un grupo de gestión de energía.
2. Realizar un diagnóstico energético del edificio.
3. Realizar un inventario de referencia de la información requerida.
4. Estudiar el comportamiento del edificio.
5. Elaborar un plan de reducción intensiva de consumo eléctrico.
6. Desarrollar un plan comunicacional.
7. Implementar medidas de cambios de patrones de consumo.
8. Estudiar el comportamiento del edificio.

---

<sup>20</sup> ISO 50001 Energy Management.

<sup>21</sup> Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC). **Sistema Gestión Energética**. Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. Venezuela.

## 9. Establecer mecanismos de control y monitoreo.

El análisis energético se ha concretizado basado en la facturación energética para hacer constar de una proyección exacta conforme a las demandadas por la empresa en KW/h en cada producción. Utilizando cálculos que dan de manera detallada los costos de consumo energético, permitiendo hacer innovaciones y mejoras cuantiosas en el uso y manejo correcto de la energía que repercutirán de forma satisfactoria para la empresa en un período corto conforme a la inversión.

Para el cumplimiento de esto se han pautado estrategias de control y tecnológicas que van desde un cambio de bombilla hasta una planificación de la producción, evitando consumo posterior a la jornada de trabajo, sin que esto afecte la productividad de la empresa en cuestión.

Con la disposición de emprender una concientización y capacitación en toda la organización hemos creado un plan de medidas para el monitoreo y revisión constante donde se integren todas las partes de la organización en procura del manejo eficiente de la energía. Estos alineamientos serán constituidos mediante la convocatoria de reuniones con un máximo de no más de una hora con la junta directiva y encargados de mantenimiento, con la finalidad de

contribuir a incentivar medidas rentables en procura del cumplimiento de las metas organizacionales.<sup>22</sup>

### **3.9. Características del sistema de gestión de la energía eléctrica.**

Un buen sistema de gestión de la energía procura la unificación sistemática de todos los recursos organizacionales. Por tanto las direcciones estratégicas deben lograr que en poco tiempo, con el mínimo de recurso y con el menor riesgo de la inversión, se logre conseguir los objetivos planteados y continuar su constante perfección.

En primera instancia se ha sustentado la investigación enfocada a la situación actual que se hace eco en la empresa Cilindros Nacionales C x A conforme a la necesidad de implantar nuevas herramientas para la gestión eficiente de la energía.

Salve lo expresado por la norma 50001 "La ISO 50001 se tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones y las compañías un marco reconocido para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión que aumente la eficiencia, reduzca los costos y mejore el desempeño ambiental".<sup>23</sup> Buscamos establecer una

---

<sup>22</sup> Ver ANEXO: Formulario de reuniones propuesto para las revisiones y monitoreo del plan de gestión de la energía.

<sup>23</sup> Revista de divulgación del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas (PETROTECNIA). **La nueva ISO 50001 de gestión de la energía**. Argentina. <http://www.petrotecnica.com.ar/sin/112-117-sp.pdf>

planificación estratégica del uso dado a la energía como forma de aportar a aumentar la eficiencia energética y garantizar la productividad a un menor costo, mediante la adopción de buenas practicas energéticas contribuyendo de esta forma a reducir el impacto ambiental.

Creando pautas hacia un modelo más razonado y sostenible mediante la disposición de herramientas y normativas que regulan y coordinan el uso eficiente de la energía en repuesta a la relación existente entre la estructura organizacional y los sistemas de control.

## **CAPÍTULO IV. DETALLE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CILINDROS NACIONALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA.**

Para el desarrollo de esta investigación se estudiaron los datos de un año del consumo energético de la empresa para realizar un análisis que pueda mostrar como opera un sistema de gestión eficiente de la energía.

Ahora se realizará la parte práctica donde se realizó la recolección de la información de las facturas. Por motivo de confidencialidad sólo se tomará un mes como referencia y se va a analizar un mes de producción y el trabajo se va a separar por áreas. Se realizó una simulación tomando como referencia la potencia de 21 mil KW como potencia activa, del primer mes y en base a eso se desarrolló todo el análisis. Se tomo en cuenta equipos de AA, equipos de oficinas, iluminación, equipos de motores y soldadura. Se suman también equipos que se pudieron haber pasado por alto en el proceso de auditoría.

En este capítulo se presentará una descripción general de las diferentes actividades del área de producción y los consumos y costos de tipo energético que en ella intervienen, a fin de conocer más a fondo la situación operativa en la misma. Para el desarrollo en detalle



de las áreas funcionales de producción es importante presentar una descripción del consumo energético de las mismas, ver **Tabla 4.1**.

**Tabla 4.1** Consumo y Costo operativo de las maquinarias. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | # Máquinas | Consumo (KWh)    | Costo Energía (RD\$) | %           | % (KWh)/mes |
|----------------|------------|------------------|----------------------|-------------|-------------|
| Desvanador     | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Alimentador    | 2          | 1,081.26         | 12,305.79            | 8%          | 8%          |
| Cizalla        | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Prensa         | 6          | 1,946.27         | 22,150.42            | 15%         | 15%         |
| Embutidora     | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Bordonadora    | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Soldadora      | 16         | 5,190.05         | 59,067.78            | 41%         | 41%         |
| Cilindradora   | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Horno          | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Grallanadora   | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Camara pintura | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Valvuladora    | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| <b>TOTAL</b>   | <b>38</b>  | <b>12,758.88</b> | <b>145,208.29</b>    | <b>100%</b> | <b>100%</b> |

#### 4.1. Manejo de materiales y materia primas.

Aunque esta operación no genera ningún tipo de consumo energético, es imperativo destacar sus funciones operativas, debido a su importancia dentro de la cadena de operaciones en el proceso de producción que da como resultado el producto terminado, en este caso el cilindro para gas.

El manejo de materiales<sup>24</sup> se define sencillamente como mover material. Esta empresa realiza la selección de la materia prima para la fabricación de los diferentes tamaños de cilindros basado en sus propiedades mecánicas como rendimiento, resistencia a la tensión, ductilidad, durabilidad, etc. Aunque estas propiedades son

<sup>24</sup> Stephens, Matthew P. (2006), **Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales**. Pearson Educación.

importantes al considerar el material a usar, el acero permanece como el mejor material debido a su eficiencia, disponibilidad, y economía. Donde el rango completo de producción de las láminas de acero incluye el acero inoxidable y aleación de acero de alta resistencia. Para un mejor manejo y conservación la empresa adquiere el material en forma de bobinas bajo un minucioso control de la calidad y buen estado del material. Las bobinas (planchas enrolladas) de acero vienen embaladas en cajones de madera y separados entre ellos con un papel especial, para evitar que se produzcan ralladuras e incrustaciones de metal por efecto de manipuleo y transporte, además mantienen su lubricación de embalaje.

Una vez recibida la materia prima ésta es almacenada bajo estricto estándar de calidad controlado por mantenimiento hasta ser usado en la fabricación de los cilindros. Este proceso de conservación se concretiza con la puesta en marcha de los procedimientos de limpieza y engrase como forma de aumentar la vida y la perfección del acero hasta el instante de su producción. Además de proteger las propiedades y excelencia del mismo para un trabajo más garantizado.

Antes de realizar cualquier tipo de proceso con el acero se requiere de una limpieza exhaustiva de todos los utensilios, maquinaria y demás herramientas involucradas en el proceso al que esté expuesto el material en ese momento.

El material usado en la fabricación de todas las partes sometidas a presión de los cilindros, es acero laminado en caliente, decapado y aceitado, de calidad uniforme y certificada para la fabricación de cilindros de Gas Licuado de Petróleo (GLP).<sup>7</sup> La procedencia de la materia prima, en este caso el acero, es de Bélgica o Canadá, dependiendo de parámetros como costos de materia prima, transporte y tiempo.

#### **4.2. Áreas de corte.**

Los procesos de corte implicados en la fabricación de los cilindros son el cizallado y el punzonado.

Con una prensa mecánica o cizalla se realiza el corte de la plancha de acero, proveniente de la alimentadora, que desenrolla la bobina de acero, para luego efectuar el corte de los discos, los cuales se usarán para fabricar los casquetes, el zócalo, la cabeza, el asa y el fondo que conforman el cuerpo de los cilindros.

A continuación los casquetes, zócalo, cabeza, asa y fondo son maquinados, donde se los agujerean y se les modifican los bordes para permitir su encastre y posterior unión, este es el proceso de punzonado.

En esta operación intervienen 2 cizallas y 6 prensas (punzonadoras y arcadas). Las características de operación son las siguientes:

**Cizalla:** 480 V, 3 HP, 3.2 A, lo que ocasiona un consumo de energía eléctrica.

**Prensa:** 480 V, 3 HP, 4 A, generando un consumo.

Aplicando las medidas de ahorro energético de lugar se podrá disminuir el consumo energético y a su vez el costo operativo total.

### **4.3. Área de calidad.**

En el proceso productivo intervienen diferentes pruebas de calidad que van desde el momento en que se recibe la materia prima y su posterior almacenaje, hasta las pruebas de calidad del producto terminado.

Los controles de calidad que se realizan a las bobinas de acero son los siguientes:

**Inspección visual.-** Consiste en detectar deformaciones, incrustaciones metálicas, ralladuras y manchas, etc.

**Control físico.-** Se toma una bobina por muestreo y se comprueban determinados parámetros como diámetro y espesor de la bobina los mismos que tienen que coincidir con las medidas nominales enviadas por el fabricante.

Estas pruebas de calidad no presentan consumo energético, debido a que ninguna de ellas se vale de equipos que puedan provocar un consumo de energía eléctrica.

Los controles de calidad del producto terminado son los siguientes:

**Prueba volumétrica.** - La expansión volumétrica permanente no deberá exceder del 10% de la expansión volumétrica a la presión de prueba. La presión de prueba será de 480 psi y se aplicará durante 1 minuto.<sup>7</sup>

**Prueba de hermeticidad.**- El cilindro ensayado, deberá soportar una presión hidráulica de 480 psi, sin mostrar la evidencia de fuga y deterioro.<sup>7</sup>

**Prueba Hidrostática.**- Es la prueba de presión que se realiza a los cilindros para verificar su hermeticidad, confirmar su integridad mecánica y avalar que estén en óptimas condiciones de operación.

**Prueba de válvula.**- Cada válvula para los cilindros es probada para impedir que tenga fugas, utilizando un detector de fugas líquido.

Para estas pruebas se utilizan bombas hidráulicas manuales, que no generan ningún tipo de consumo energético.

#### **4.4. Área de soldadura.**

Los tipos de soldaduras que intervienen en esta operación del proceso de producción son: soldadura por puntos<sup>25</sup> y soldadura que es efectuado con arco sumergido.

En esta operación intervienen 16 máquinas soldadoras. Las características de operación de las mismas son las siguientes: 380 V, 3 HP, 5.6 A.

Como se muestra en la tabla 4.1 más arriba descrita, el consumo energético de las soldadoras es directamente proporcional al costo operativo de las mismas, ya que en la medida en que se reduzca significativamente su consumo energético, también se reducirán los costos operativos en que incurren mensualmente en la tarifa eléctrica.

#### **4.5. Horno.**

Las operaciones que se llevan a cabo en los hornos son las siguientes: Alivio de tensión y secado de pintura.

Los cilindros son sometidos a un proceso térmico en el horno de alivio de tensión, que trabaja con muy altas temperaturas, para eliminar todas las tensiones producidas durante el proceso de fabricación

---

<sup>25</sup> Molera Sola, Pere (1992). **Soldadura industrial: clases y aplicaciones**. MARCOMBO, S.A., Barcelona (España).

(conformado de casquetes y soldaduras), operación que se denomina recocido. El propósito de este tratamiento por calentamiento aparte de aliviar la tensión del cilindro como se mencionó anteriormente, es mejorar su ductilidad, reduciendo su resistencia y dureza, para posteriormente pasar a la cámara de pintura. Esta operación calienta los cilindros a una temperatura de 620°C por media hora. La temperatura de calentamiento del horno debe ser uniforme para evitar la deformación o fractura de los cilindros.

Luego del proceso de pintura antes mencionado y de forma continua se procede a introducir los cilindros a un segundo horno que procede al secado de la pintura dónde se logra el curado y resistencia final de la misma.

En esta operación se tiene 2 hornos, las características operativas son las siguientes: 480 V, 3 HP, 1.6 A.

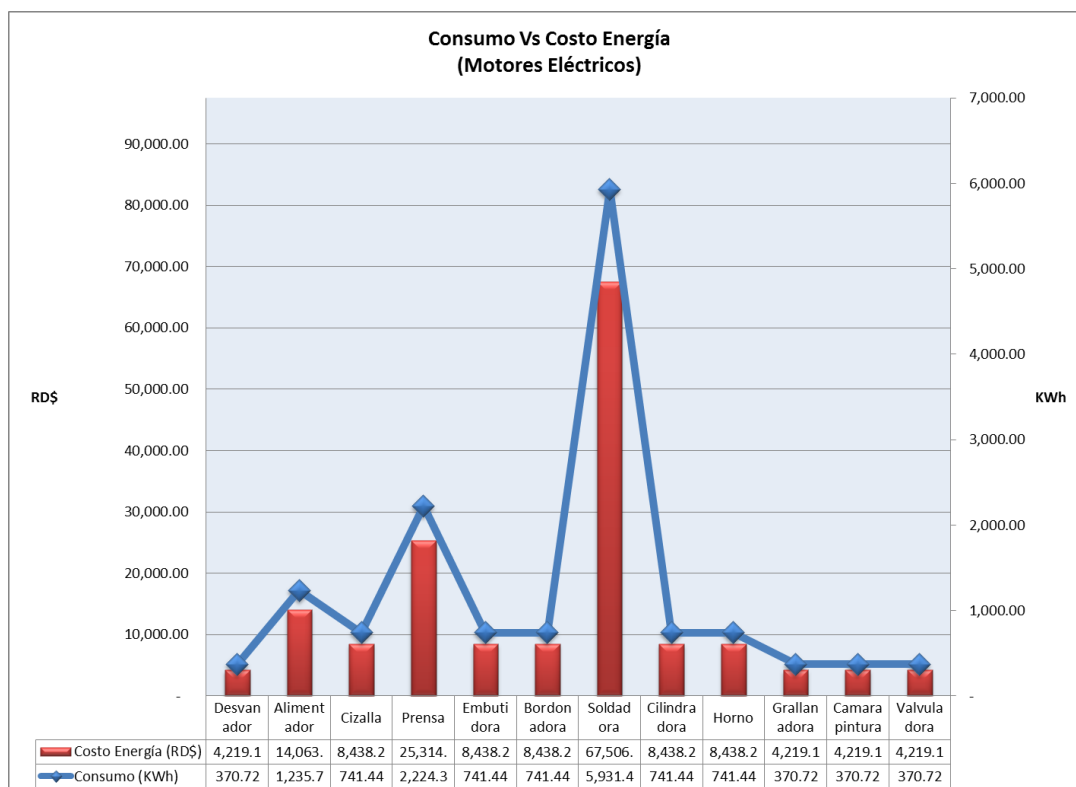
En esta parte del proceso de producción se observó un manejo inadecuado de estos equipos. Debido a que los cilindros no se encuentran en una ubicación estratégica para su manejo y manipulación al momento de requerirse en el área de horno, los mismos permanecen encendidos y fuera de uso a la espera del producto que será posteriormente procesado. Esta situación genera un consumo energético adicional y por ende un costo energético más elevado.

## 4.6. Área de pintura.

Esta operación se ejecuta en una cámara de pintura donde los cilindros ingresan y son roseados con un polvo electrostático donde los envases, cargados con polaridad negativa, pasan a través de una nube controlada de polvo con polaridad positiva, lográndose la deposición del mismo sobre toda la superficie.

Las características de la cámara de pintura son las siguientes: 220 V, 3 HP, 1.2 A.

**Figura 4.1** Gráfico Consumo Vs Energía (Motores Eléctricos). Fuente: Elaboración propia.



En el gráfico anterior se muestra el consumo que generan los motores eléctricos de cada uno de los equipos que intervienen en la



producción de los cilindros para gas, así como su costo operativo correspondiente. Como se puede ver las máquinas soldadoras son las mayores consumidoras de energía eléctrica, no sólo por el consumo en sí, sino por la cantidad de máquinas soldadoras que se tienen.

La utilización de estas máquinas es muy deficiente ya que la empresa no posee un plan de trabajo que establezca los momentos en que cada una de estas máquinas debe entrar en funcionamiento y en muchos de los casos son dejadas encendidas por períodos prolongados de tiempo. Debido a esto las máquinas son utilizadas en momentos en que no se requiere de su operación, lo que conlleva a un gasto innecesario de energía el cual se ve reflejado en la factura eléctrica.

Dada esta situación se ha propuesto reducir el número de maquinarias que se utilizan en los procesos, ya que en nuestra investigación pudimos comprobar que no es necesaria utilizar todos los equipos en los procesos de producción.

A continuación se muestra el modelo propuesto para el uso de las maquinarias.

**Tabla 4.2** Modelo propuesto para uso de maquinarias. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | # de Maq. en uso actual | # de Maq. a usar propuesto | Consumo KWh actual | Consumo KWh propuesto | Costo energía actual RD\$ | Costo energía Propuesto RD\$ |
|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|
| Desvanador     | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Alimentador    | 2                       | 1                          | 1,081.26           | 540.63                | 12,305.79                 | 6,152.89                     |
| Cizalla        | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Prensa         | 6                       | 3                          | 1,946.27           | 973.14                | 22,150.42                 | 11,075.21                    |
| Embutidora     | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Bordonadora    | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Soldadora      | 16                      | 6                          | 5,190.05           | 1,946.27              | 59,067.78                 | 22,150.42                    |
| Cilindradora   | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Horno          | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Grallanadora   | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Camara pintura | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Valvuladora    | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
|                | 38                      | 24                         | 12,758.88          | 8,001.33              | 145,208.29                | 91,062.82                    |
|                |                         | <b>Ahorros</b>             | <b>4,757.55</b>    |                       | <b>54,145.46</b>          |                              |

Con este modelo se reduce el uso de las maquinarias, de 38 a 24, lo que conlleva un ahorro potencial de 4,757.55 KWh y de RD\$54,145.46 por mes. Asumimos un 80% de factor de variabilidad debido a que no siempre estaban en uso y existían períodos de inactividad por la irregularidad de la demanda y por períodos prolongados de mantenimiento general de la planta.<sup>26</sup>

## 4.7. Iluminación.

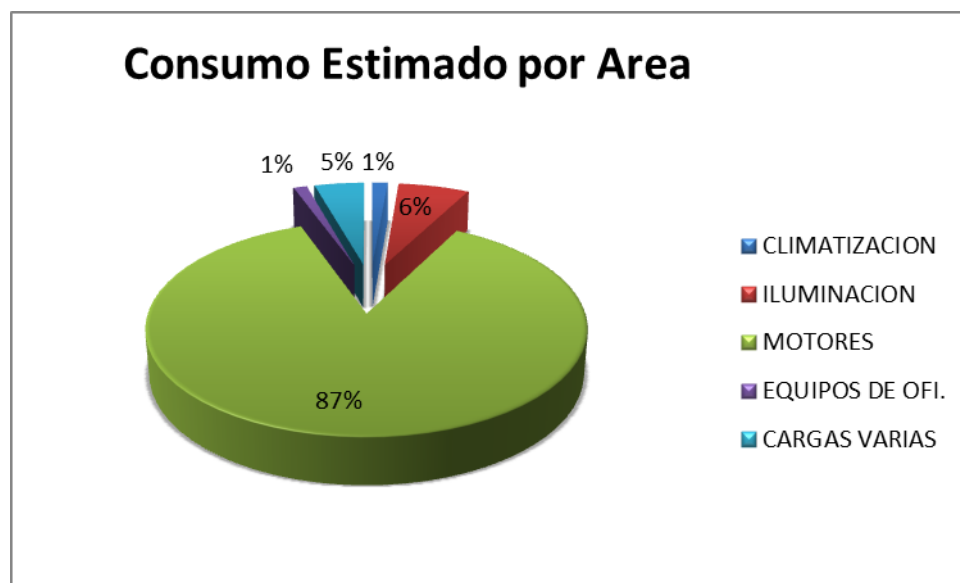
La iluminación representa hasta el 30% del total de la factura de energía de una oficina. Del total de la energía consumida por un bombillo incandescente, únicamente el 20% se convierte en luz y el

<sup>26</sup> ANEXO: Ver **Tabla 5** Análisis de consumo y Costo Operativo (Motores Eléctricos ) y la **Tabla 6** Análisis de Ahorros en Consumo y Costo Operativo (Motores Eléctricos).

80% restante se transforma en calor. En acción social están comprometidos con la eficiencia de la energía, sustituyendo las bombillas incandescentes por bombillas ahorradoras, Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC).<sup>14</sup>

Para la iluminación de las oficinas se requiere tener encendidas las lámparas durante toda la jornada laboral de 8 horas, inclusive en horas del día debido a lo oscuro del lugar, ya que en estas áreas no se cuenta con iluminación natural.

**Figura 4.2** Grafico Consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.



Como se muestra en el gráfico, en nuestra investigación pudimos constatar que la iluminación representa el 6% del total de la factura de energía y se encuentra en su mayor parte distribuida en el área de oficinas. Las demás luminarias se encuentran en el área exterior de la empresa y sólo se encienden ocasionalmente por las noches. En el

área de producción el uso de las luminarias instaladas es prácticamente nulo debido a que su mayor fuente de iluminación es la luz natural, ya que la planta posee traga luz que permite que la luz solar ilumine toda el área de producción, lo cual es conveniente ya que su jornada laboral es hasta las 5:00 pm logrando de esta forma aprovechar al máximo la luz del día.

En la Tabla 4.2 se observan las distintas luminarias que existen en la empresa así como su consumo en KWh y el costo que representan.

**Tabla 4.3** Consumo y costo operativo de las luminarias. Fuente: Elaboración propia.

| Iluminación        | ENERGIA TOTAL<br>USADA KWh | COSTO OPERATIVO TOTALES<br>RD\$ |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Lámp Fluorescente  | 148,80                     | 1.693,49                        |
| Lámp incandescente | 95,23                      | 1.083,83                        |
| Lámp 2 tubos       | 396,80                     | 4.515,96                        |
| Lámp 4 tubos       | 545,60                     | 6.209,45                        |
| B. Bajo consumo    | 46,87                      | 533,45                          |
| B. Incandescente   | 69,44                      | 790,29                          |
| B. Incandescente   | 14,88                      | 169,35                          |
| TOTAL              | 1.317,62                   | 14.995,82                       |

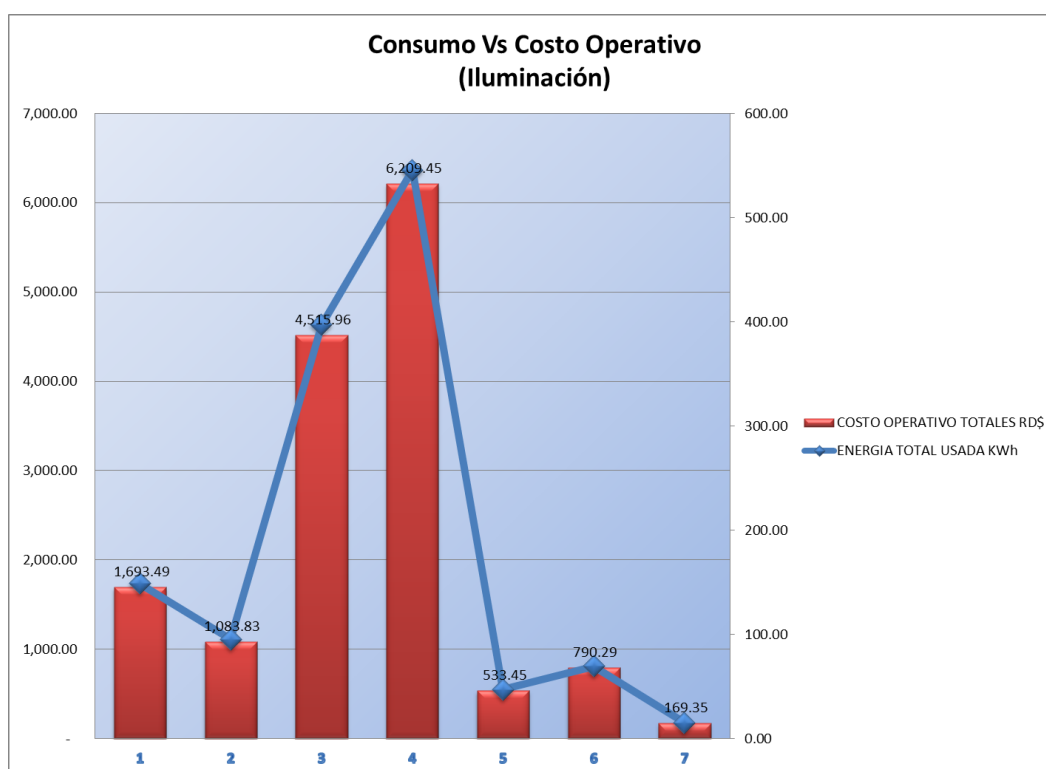
Como se muestra en la tabla las lámparas de cuatro tubos son las que representan el mayor consumo y costo operativo.

El manejo de las luminarias presenta deficiencia debido a que existen algunas áreas de la empresa, como pasillos, áreas comunes, etc., donde el uso de éstas no es necesario, ya que estos lugares en el edificio tienen ventanas por donde penetra la luz solar e ilumina de manera perfecta toda el área sin necesidad de encender una luz y como se mencionó anteriormente la jornada laboral es hasta las 5:00

pm de la tarde lo cual favorece aun más el uso de la luz del día, generando así un posible ahorro en la factura eléctrica.

Por otra parte el dejar encendidas las luminarias en las oficinas por períodos de ausencias prolongadas sin necesitar su uso, es otro factor que genera un costo extra en la facturación eléctrica mensual.

**Figura 4.3** Gráfico costo total por luminaria. Fuente: Elaboración Propia.



El gráfico muestra el consumo en KWh por luminaria y su respectivo costo operativo. De entrada se puede observar que el mayor generador de consumo energético son las lámparas de cuatro tubos, seguido de las lámparas de dos tubos como ya se había mencionado anteriormente.

Dada esta situación se ha propuesto sustituir las lámparas por otras de menor consumo.

A continuación se muestra el modelo propuesto para la inversión estimada para la sustitución de las luminarias.

**Tabla 4.4** Inversión estimada lámparas de menor consumo. Fuente: Elaboración propia.

| Iluminación                           | # de luminarias | Pot bombillas actuales (watt) | Potencia bombillas propuestas (watt) | Inversión estimada RD\$ |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Lámp Fluorescente tipo kobra 150 watt | 4               | 150                           | 150                                  |                         |
| Lámp incandescente 96 watt            | 4               | 96                            | 18                                   | 528.22                  |
| Lámp 40 watt 2 tubos                  | 16              | 40                            | 24                                   | 4225.76                 |
| Lámp 40 watt 4 tubos                  | 11              | 40                            | 24                                   | 5810.42                 |
| B. Bajo consumo 27 watt               | 7               | 27                            | 27                                   |                         |
| B. Incandescente 40 watt              | 7               | 40                            | 15                                   | 924.385                 |
| B. Incandescente 60 watt              | 1               | 60                            | 18                                   | 132.055                 |
| <b>Payback</b>                        | <b>2 meses</b>  |                               | <b>TOTAL</b>                         | <b>11620.84</b>         |
| Ahorros mensuales RD\$                | 4,925.22        |                               |                                      |                         |
| inversion estimada RD\$               | 11,620.84       |                               |                                      |                         |

Como muestra el modelo propuesto con la sustitución de las lámparas se generará un ahorro promedio mensual de RD\$4,925.22. Asumimos la inversión total para el cambio de las luminarias en RD\$11,620.84, la cual será recuperada en 2 meses.<sup>27</sup>

## 4.8. Climatización.

Para un consumo de energía responsable, el más sencillo y efectivo de los criterios es fijar la temperatura de refrigeración a 24° ó 25° C. Es posible ahorrar hasta un 30% en el recibo de la luz por el aire

<sup>27</sup> ANEXO: ver **Tabla 2** Análisis de Consumo y Costo Operativo y la **Tabla 3** Análisis de Ahorro en consumo y Costo Operativo.

acondicionado si controlamos su uso y su correcto mantenimiento. Un grado más de frío puede implicar un 8% más de consumo.<sup>28</sup>

Para la climatización de las oficinas es necesario utilizar un promedio de 8 horas el sistema de Aire Acondicionado (AA) para lograr bajar la temperatura, que es bastante alta especialmente en horas del medio día, ya que no se cuenta con un sistema de ventilación natural.

Esto ha llevado a que tengan consumos de energía eléctrica altos.

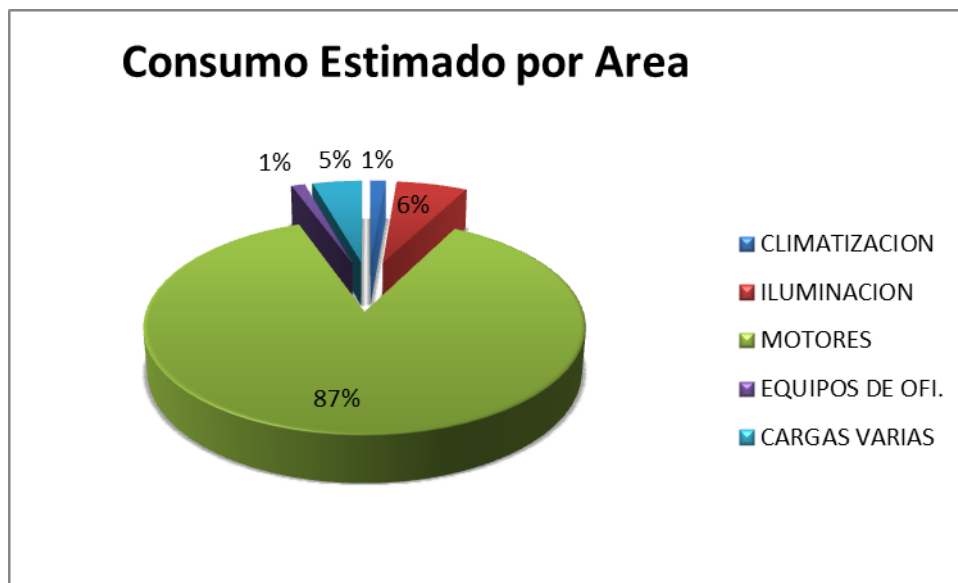
Como se puede observar en la tabla y en el gráfico correspondiente, el consumo eléctrico en la climatización de las distintas áreas donde se encuentran instalados los AA dentro de la empresa, supone el 1% del total de la facturación mensual, con un consumo de 2,306.85 KWh y un costo operativo de RD\$ 26,254.16 mensual.

**Tabla 4.5** Consumo y costo operativo por área. Fuente: Elaboración propia.

| Consumo estimado por área | TOTAL ENERGIA USADA KWh/ Area | TOTAL ENERGIA USADA KWh/ MES | Cantidad de energía (%) | Costo Operativo Total RD\$ |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| CLIMATIZACION             | 2,306.85                      | 21000                        | 1.37%                   | 26,254.16                  |
| ILUMINACION               | 1,317.62                      | 21000                        | 6.27%                   | 14,995.82                  |
| MOTORES                   | 12,758.88                     | 21000                        | 86.80%                  | 145,208.29                 |
| EQUIPOS DE OFI.           | 462.58                        | 21000                        | 1.18%                   | 5,264.63                   |
| CARGAS VARIAS             | 4,154.06                      | 21000                        | 4.38%                   | 47,277.18                  |

<sup>28</sup> Comisión Nacional de Energía (CNE). **Guía para Ahorrar Energía. Aires Acondicionados.** Santo Domingo, R. D. <http://www.seic.gov.do/baseConocimiento/Guias%20para%20el%20ahorro%20de%20energia/Gu%C3%ADa7.pdf>

**Figura 4.4** Gráfico consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.

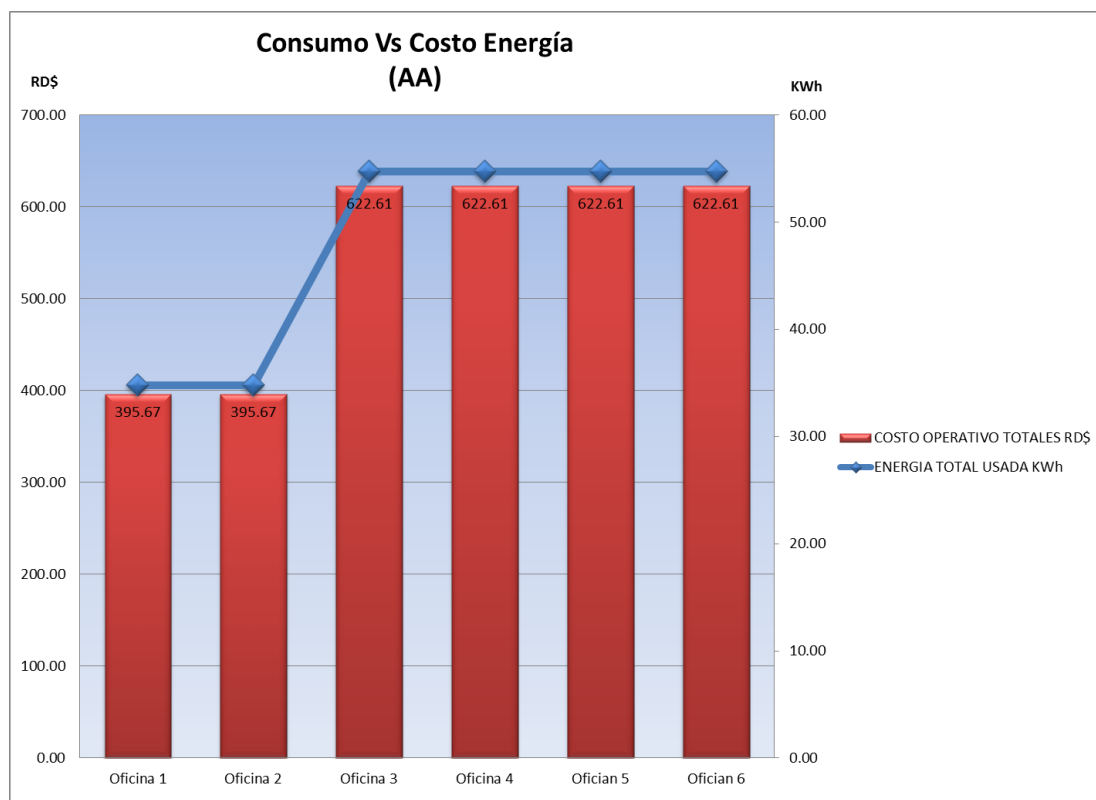


Se tiene un aire acondicionado en cada una de las seis oficinas, dos aires de 12,000 BTU y 4 aires de 18,000 BTU. Como se muestra en el gráfico más abajo, los aires de 18,000 BTU son los mayores consumidores de energía eléctrica y a su vez los que generan un mayor costo operativo. Los aires de 12,000 BTU se encuentran localizados en la oficina 1 y en la oficina 2, mientras que los aires acondicionados de 18,000 BTU se encuentran en las oficinas 3, 4, 5 y 6. Para el análisis de consumo y ahorro asumimos un 100% de factor de variabilidad debido a que siempre estaban en uso durante todo el período laboral.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> ANEXO: Ver **Tabla 2** Análisis de Consumo y Costo Operativo y **Tabla 3** Análisis de Ahorros en consumo y Costo Operativo.



**Figura 4.5** Gráfico Consumo y Costo operativo por oficina: Fuente: Elaboración propia.



## 4.9. Equipos de Oficina y otros.

“Los 1000 millones de monitores de computadoras que están en uso en todo el mundo generan 53 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y necesitan tanta energía eléctrica como el consumo anual de Suecia (10 millones de ciudadanos). Esto muestra claramente que el uso de productos de informática tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente, pero también que, si cambiamos la forma en que usamos estos productos, podemos ser parte de la solución”, sostiene Haakan Nordin, director de proyecto para Clima y Medio Ambiente en TCO Development.

Los equipos de computación han generado un sin número de beneficios, como mejor desempeño en la educación, prontitud en el cometido de la información, rapidez en las comunicaciones, mayor grosor en la transferencia de datos, sonido e imágenes, entretenimiento y mayor capacidad para el acopio y procesamiento de la información. Pero la fabricación y uso final de las computadoras y sus periféricos no están al margen de los desafíos ambientales y energéticos globales.

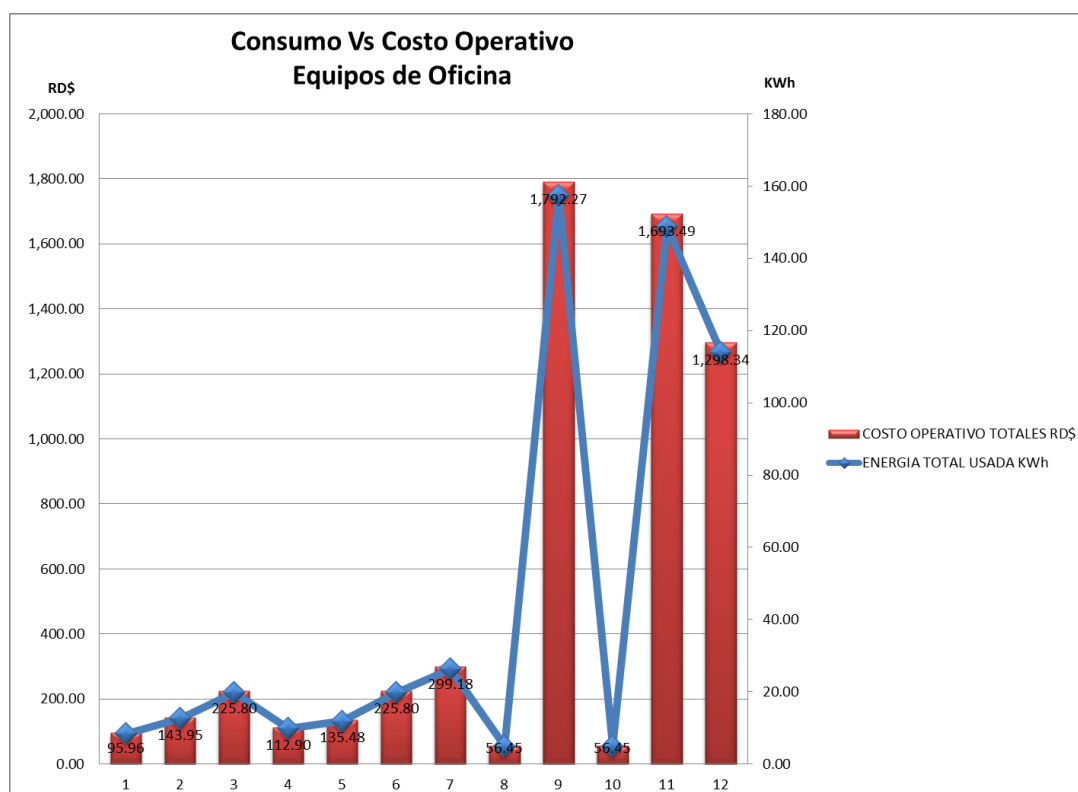
Casi la mitad de la energía que los equipos de computación toman de la red eléctrica se convierte en energía térmica y no alcanza a los componentes. Esto enfatiza el uso de la climatización y acrecienta el costo operativo asociado a los equipos informáticos.

**Tabla 4.6** Consumo y costos operativo Equipos de Oficina. Fuente: Elaboración propia.

| Equipos de Cómputos | Cantidad<br>Equivalente PC<br>+ Printer | ENERGIA TOTAL<br>USADA KWh | COSTO<br>OPERATIVO<br>TOTALES RD\$ |
|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Monitor 17 watt     | 2                                       | 8.43                       | 95.96                              |
| Monitor 17 watt     | 3                                       | 12.65                      | 143.95                             |
| Monitor 40watt      | 2                                       | 19.84                      | 225.80                             |
| Monitor 40 watt     | 1                                       | 9.92                       | 112.90                             |
| Monitor 48 watt     | 1                                       | 11.90                      | 135.48                             |
| Monitor CRT 80 watt | 1                                       | 19.84                      | 225.80                             |
| Printer 53 watt     | 2                                       | 26.29                      | 299.18                             |
| Printer 20 watt     | 1                                       | 4.96                       | 56.45                              |
| Printer 635 watt    | 1                                       | 118.11                     | 1,344.20                           |
| Printer 20 watt     | 1                                       | 4.96                       | 56.45                              |
| Ptinter 600watt     | 1                                       | 111.60                     | 1,270.11                           |
| UPS 460 watt        | 1                                       | 114.08                     | 1,298.34                           |
|                     |                                         | 462.58                     | 5,264.63                           |

En la tabla 4.6 antes expuesta se puede observar el consumo de energía y costo operativo que se genera por el uso de quipos de computación durante un período de un mes.

**Figura 4.6** Gráfico consumo y costo operativo equipos de oficina.  
Fuente: Elaboración propia.



Los equipos de oficina tienen un consumo de 462.58 KWh, con un costo operativo asociado de RD\$ 5,264.63. Estos costos y consumos se deben en su mayoría a la utilización inadecuada de estos equipos, mantenerlos siempre encendidos genera un consumo excesivo de energía eléctrica y dejarlos siempre conectados de la toma, aunque permanezcan apagados genera un consumo de electricidad.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> ANEXO: Ver **Tabla 2** Análisis de Consumo y Costo Operativo y la **Tabla 3** Análisis de Ahorros en consumo y Costo Operativo.

## **CAPITULO V. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSUMO ENERGETICO DE LA EMPRESA.**

En este capítulo se realizará el estudio de cómo explotar el recurso eficiencia energética en la empresa, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro para la conservación energética.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en la empresa, no es sólo que existan medidas de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice que este plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumos en función de la eficiencia, que consolide hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

## **5.1. Determinación de indicadores energéticos de la empresa.**

A continuación se presentan los indicadores de control y monitoreo para conocer la influencia de cada uno de ellos en cuanto a consumo, costos, etc., y así sobre la base de estos resultados tomar las medidas pertinentes para disminuir estos consumos y costos, a través de las medidas de ahorro energético pertinentes.

### **5.1.1. Índice de Consumo Vs Producción.**

El modelo matemático que se propone a continuación permite analizar los datos de consumo de energía y producción para un mismo período mediante el método de los mínimos cuadrados. El gráfico muestra el modelo matemático propuesto, con los datos suministrados por la gerencia de la empresa.

Al graficar los pares ordenados de energía (E) Vs Producción (P) y trazar la línea que más se ajuste a dichos pares (línea base), se puede calcular analíticamente el intercepto de la recta, la ecuación se expresa de la siguiente forma:

$$\mathbf{E=mP + E_o}$$

Donde:

**E:** Consumo de energía en el período seleccionado.

**P:** Producción asociada en el período seleccionado.

**m:** Pendiente de la recta que se interpreta como la razón de cambio mediante el consumo de energía respecto a la producción.

**mP:** Es la energía utilizada en el proceso.

**Eo:** Intercepto de la línea en el eje vertical que se interpreta como la energía no asociada a la producción.

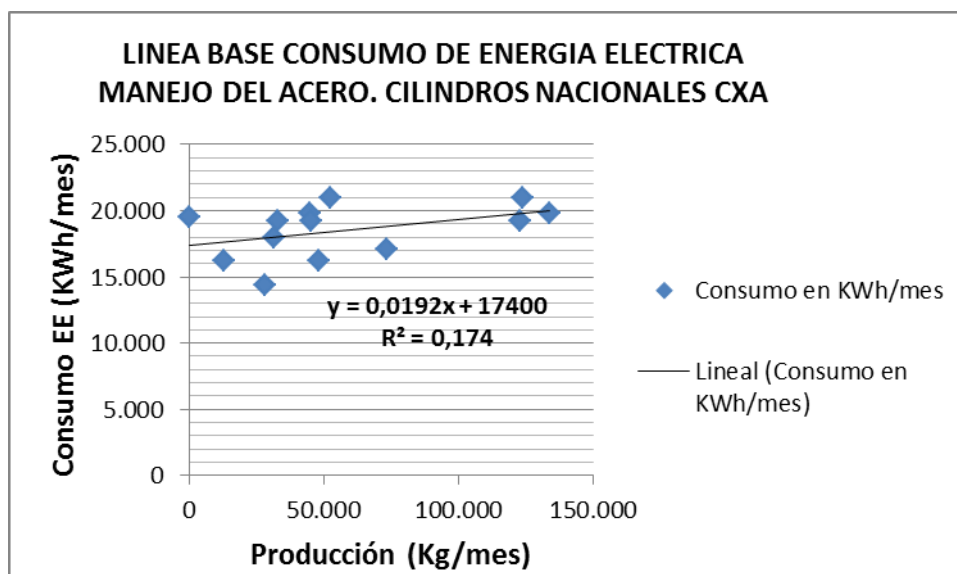
Un valor de  $R^2$  mayor de 0.85 significa que hay buena correlación (proceso de producción bajo control) y se puede hacer proyecciones futuras con base en la ecuación mostrada. En el caso de ser menor de 0.85 se debe buscar una producción equivalente o desagregar el proceso productivo.

Si se hace el mismo procedimiento con los pares ordenados de bajo consumo (por debajo de la línea base) se obtiene una línea meta. El potencial de ahorro en el proceso es la diferencia entre la línea base y la línea meta.

**Tabla 5.1** Consumo y producción mensual. Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Unidades Prod/mes | Produccion en Kg/mes | Consumo en KWh/mes |
|---------|-------------------|----------------------|--------------------|
| 2011Mar | 4.019             | 123.883              | 21.000             |
| ABR     | 2.388             | 73.609               | 17.100             |
| MAY     | 1.017             | 31.348               | 18.000             |
| JUN     | 1.454             | 44.819               | 19.800             |
| JUL     | 1.705             | 52.556               | 21.000             |
| AGO     | 1.558             | 48.024               | 16.200             |
| SEP     | 1.479             | 45.589               | 19.200             |
| Oct     | 0                 | 0                    | 19.500             |
| NOV     | 4.342             | 133.840              | 19.800             |
| DIC     | 910               | 28.050               | 14.400             |
| 2012ENE | 418               | 12.885               | 16.200             |
| FEB     | 1.063             | 32.766               | 19.200             |
| MAR     | 3.986             | 122.866              | 19.200             |
| TOTAL   | 24.339            | 750.235              |                    |

**Figura 5.1** Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero. Fuente: Elaboración propia.



Del gráfico anterior se puede inferir lo siguiente:

- La ecuación de la línea recta es:  $y = 0.0192x + 17,400$  lo cual sería equivalente a decir  $E = 0.0192P + 17,400$  donde E representa energía.

- El valor de 17,400 que según la ecuación de la línea recta es el corte con el eje Y, en este caso la energía consumida, es el valor de la energía no asociada a la producción. Para esta empresa en particular es bastante alta lo cual indica la existencia de ahorros potenciales.
- $R^2$  menor que 0.85 lo cual demuestra que no existe una buena correlación entre la energía consumida y la producción. Esto valida los resultados entregados por la empresa.

Después de haber obtenido la ecuación  $E = mP + E_0$ , se hallará el gráfico de Índice de Consumo (IC) Vs Producción (P) que se muestra más abajo y cuya expresión se da a continuación.

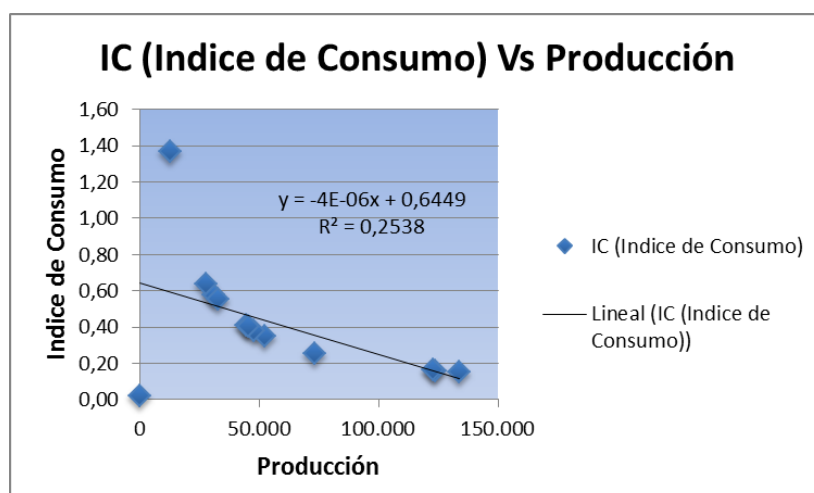
$$E = mP + E_0$$

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P$$

$$IC = E/P = 0.0192P/P + 17,400/P \Rightarrow IC = 0.0192 + 17,400/P$$

**Figura 5.2** Gráfico índice de consumo Vs Producción. Fuente: Elaboración propia.



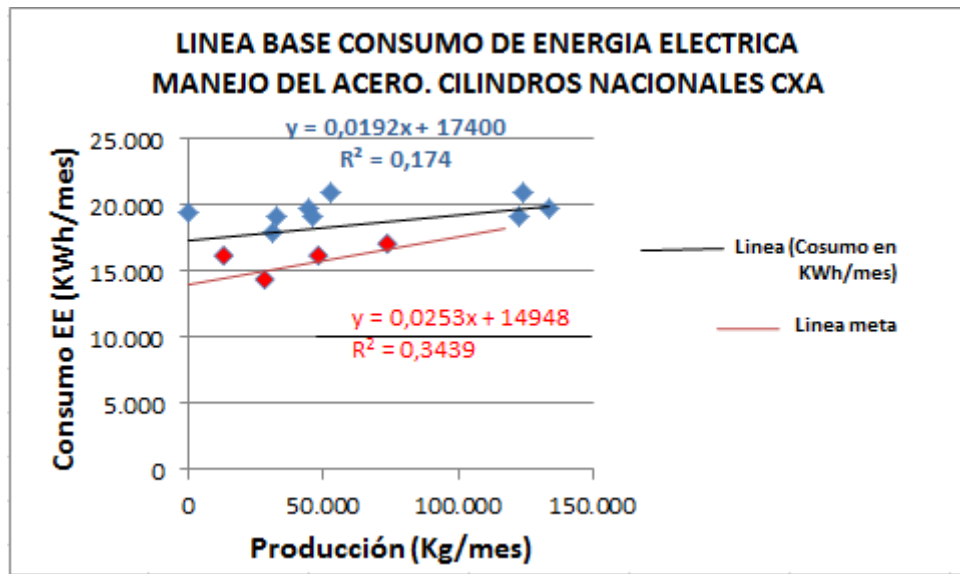


Del gráfico anterior se puede extraer lo siguiente:

- La curva muestra que el índice de consumo depende del nivel de la producción realizada.
- En la medida que la producción disminuye es posible que disminuya el consumo total de energía, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta.
- El incremento de la producción disminuye, por el contrario, el gasto por unidad de producto aumenta, pero hasta el valor limite de la pendiente de la ecuación  $E(P)$ .
- El punto donde comienza a dispararse el índice de consumo para bajas producciones se denomina punto crítico.
- La producción que podría considerarse crítica de esta empresa está alrededor de 73,000 Kg, ya que hacia la derecha de este punto la curva tiende a estabilizarse. Producciones por encima del punto critico cambian significativamente el índice de consumo, sin embargo, por debajo del punto critico se incrementa cada vez mas.

Se hará el mismo procedimiento con los pares ordenados de bajo consumo (por debajo de la línea base), para obtener una línea meta. El potencial de ahorro para este proceso será la diferencia entre la línea base y la línea meta.

**Figura 5.3** Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero.  
Fuente: Elaboración propia.



#### Potencial de Ahorro por gestión:

$$= 17,400 \text{ KWh/mes} - 14,948 \text{ KWh/mes}$$

$$= 2,452 \text{ KWh/mes}$$

$$= 13.2\% \text{ del consumo promedio mes}$$

#### 5.1.2. Gráfico Factor de Potencia real Vs Factor de Potencia deseado.

El factor de potencia es un indicador de consumo de la energía reactiva en la empresa en comparación con el consumo efectuado de la energía activa.

El cálculo utilizado para obtener los factores de potencia por mes en nuestra investigación se logró mediante la utilización de la siguiente formula:

$$FP = \frac{KWh}{\sqrt{(KWh)^2 + (kVARh)^2}}$$

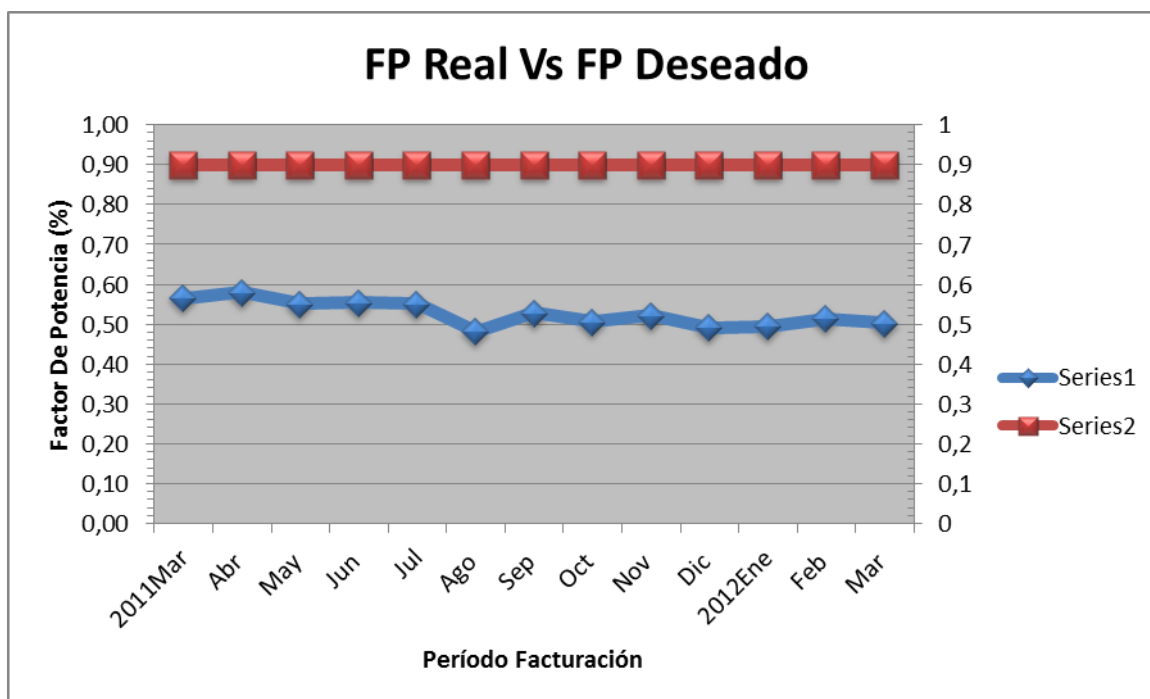
O bien,

$$FP = \cos \left( \arctan \frac{kVARh}{KWh} \right)$$

**Tabla 5.2** Factor de Potencia por mes. Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Factor de Potencia | Factor deseado |
|---------|--------------------|----------------|
| 2011Mar | 0,57               | 0,9            |
| Abr     | 0,58               | 0,9            |
| May     | 0,55               | 0,9            |
| Jun     | 0,55               | 0,9            |
| Jul     | 0,55               | 0,9            |
| Ago     | 0,48               | 0,9            |
| Sep     | 0,53               | 0,9            |
| Oct     | 0,51               | 0,9            |
| Nov     | 0,52               | 0,9            |
| Dic     | 0,49               | 0,9            |
| 2012Ene | 0,49               | 0,9            |
| Feb     | 0,51               | 0,9            |
| Mar     | 0,50               | 0,9            |

**Figura 5.4** Grafico Factor de potencia real Vs Factor de potencia deseado. Fuente: Elaboración propia.



Como se muestra en la tabla y gráfico anterior, el factor de potencia por mes mantiene una tendencia por debajo del factor de potencia deseado, esto es 0.9, lo cual genera un recargo promedio mensual de RD\$49,597.27 en la factura eléctrica por bajo factor de potencia.

En el siguiente acápite se desglosará el término Bajo Factor de Potencia (BFP) y sus implicaciones.

### **5.1.3. Gráfico de recargos por BFP Vs Total de Cargos.**

El factor de potencia puede variar entre 0 y 1, en las instalaciones de los Consumidores.

Cuando el factor de potencia se acerca al valor 1, es un factor de potencia alto, lo cual es beneficioso para la empresa. Cuando el factor de potencia se aleja del valor 1, el factor de potencia es bajo, lo cual es perjudicial para la empresa.

El factor de potencia varia mes tras mes debido a los cambios en los consumos de energía activa y de energía reactiva en la empresa.

Este valor se proporciona en la factura eléctrica, penalizándose aquellos factores de potencia menores a 0.9.

El Bajo Factor de Potencia (BFP) se penaliza aplicando la siguiente formula:

$$FP = \frac{KWh}{\sqrt{(KWh)^2 + (kVARh)^2}}$$

O bien,

$$FP = \cos \left( \arctan \frac{kVARh}{KWh} \right)$$

Como los factores de potencia encontrados con la fórmula arriba expuesta están por debajo de 0.9, se aplicará la penalización correspondiente. Para obtener el valor a ser penalizado como energía activa (KWh), por bajo factor de potencia (BFP), se aplica la siguiente formula:

## 0.9

$$\text{BFP (kWh)} = \text{kWh} \left( \left( \frac{\text{FP calculado}}{\text{FP calculado}} - 1 \right) \right)$$

El valor conseguido es agregado al total de energía activa consumida, obteniéndose el total de kWh por facturarse:

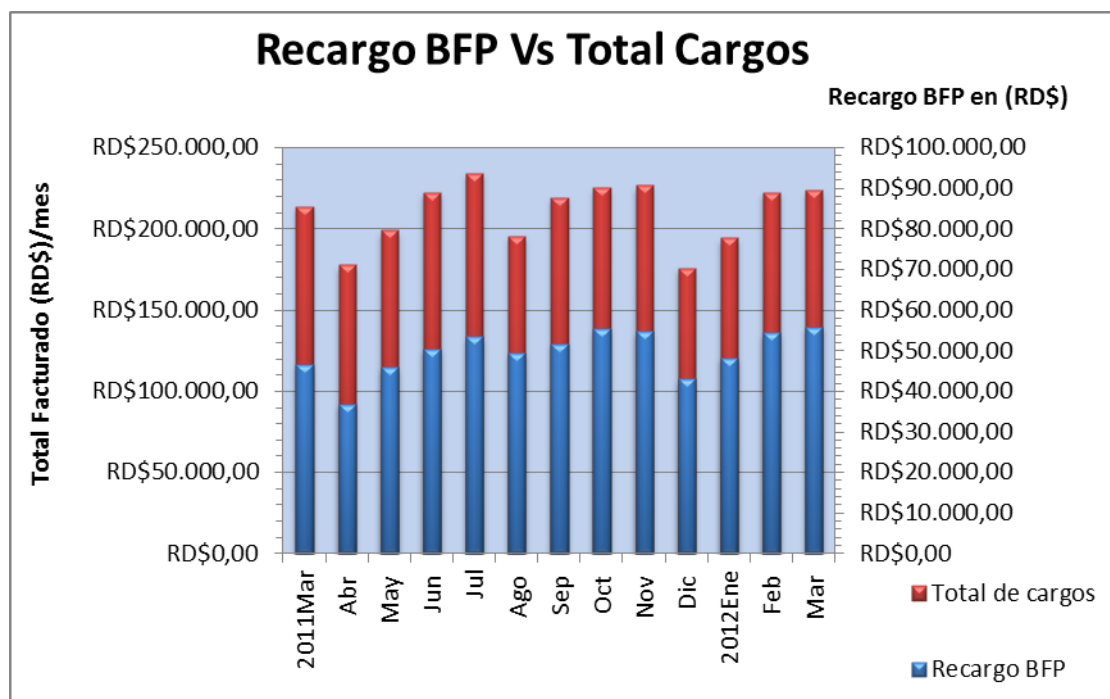
$$\text{Total kWh x facturar} = (\text{KWh} + \text{Valor Penalizado}) \text{ kWh}$$

Este recargo por BFP se refleja en la factura eléctrica mes a mes, dando lugar a potenciales ahorros, por corrección de BFP. En la tabla se muestra el recargo por BFP por mes y el costo total de la energía.

**Tabla 5.3** Recargos Bajo Factor de Potencia (BFP). Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Recargo BFP   | Total de cargos |
|---------|---------------|-----------------|
| 2011Mar | RD\$46.569,60 | RD\$213.742,90  |
| Abr     | RD\$36.771,84 | RD\$177.588,44  |
| May     | RD\$45.738,00 | RD\$198.894,05  |
| Jun     | RD\$50.311,80 | RD\$222.332,36  |
| Jul     | RD\$53.361,00 | RD\$234.093,56  |
| Ago     | RD\$49.397,04 | RD\$195.281,60  |
| Sep     | RD\$51.575,04 | RD\$219.239,60  |
| Oct     | RD\$55.212,30 | RD\$225.054,86  |
| Nov     | RD\$54.624,24 | RD\$226.834,60  |
| Dic     | RD\$42.863,04 | RD\$175.869,40  |
| 2012Ene | RD\$48.220,92 | RD\$194.295,28  |
| Feb     | RD\$54.362,88 | RD\$222.217,24  |
| Mar     | RD\$55.756,80 | RD\$223.611,16  |

**Figura 5.5** Gráfico recargo Bajo Factor de Potencia Vs total de cargos. Fuente: Elaboración propia.



Como se muestra en el gráfico todos los meses se incurre en recargos por BFP, siendo esto un factor que va en perjuicio económico de esta empresa.

Se muestra así, que el mes donde se obtuvo un mayor recargo por BFP fue en el mes de Octubre, lo cual es una situación preocupante, puesto que en ese mes no hubo producción, según datos de la empresa, por motivos de mantenimiento general de la planta y la poca demanda del producto.

#### **5.1.4. Gráfico factor de carga.**

El factor de carga es un indicador numérico importante acerca de la forma de uso de los equipos eléctricos en la empresa.

Este indicador proporciona algunos elementos de juicio que ayudan a tomar decisiones sobre esa forma de uso a nivel de los procesos productivos.

El factor de carga especifica el período mensual, para este análisis.

Factor de carga (fc) se define como la relación entre la demanda promedio del período y la demanda máxima en el mismo periodo, o sea:

$$\text{Factor de carga (fc)} = \frac{\text{Energía consumida en el periodo}}{\text{Número de horas del periodo} \times \text{Demanda máxima}}$$

**Demanda promedio (DP)**

Este factor nos indica el comportamiento de la demanda comparada con su pico máximo.



Lo ideal para esta empresa es que su factor de carga esté lo más cercano al valor de 1, ya que demuestra una utilización constante de la carga. Pero si el factor de carga es menor que 1, se demuestra una utilización ineficiente de los equipos instalados. La ineficiencia es mayor en la medida que el factor de carga se acerca a cero (0).

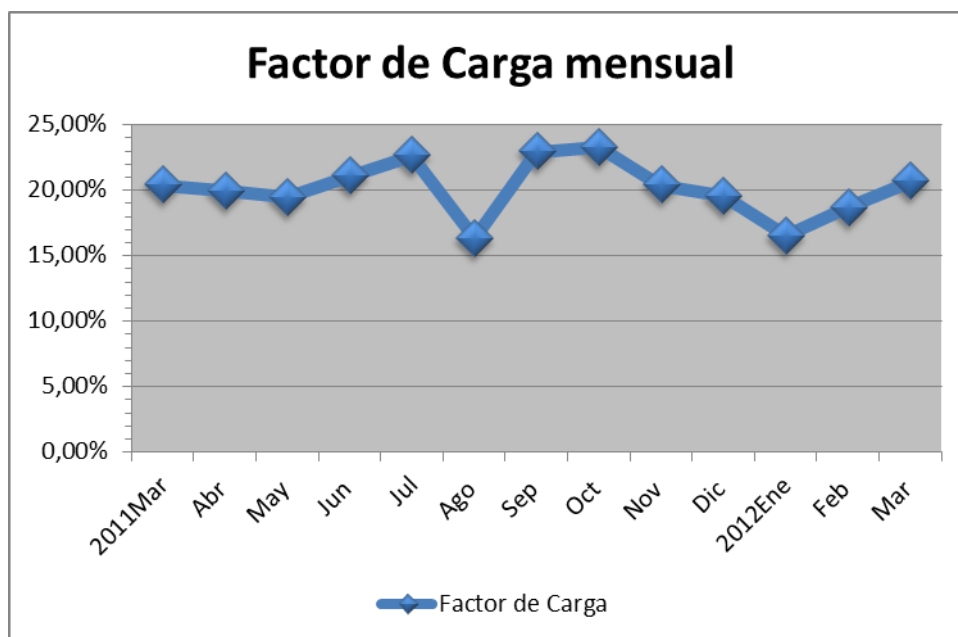
Para los propósitos de esta investigación trataremos una curva de carga de la empresa con muestreo mensual del uso de los equipos eléctricos.

Los datos tomados y su gráfica asociada se presentan mas abajo.

**Tabla 5.4** Factor de carga por mes. Fuente: Elaboración Propia.

| MES     | Factor de Carga |
|---------|-----------------|
| 2011Mar | 20,36%          |
| Abr     | 19,94%          |
| May     | 19,43%          |
| Jun     | 21,07%          |
| Jul     | 22,62%          |
| Ago     | 16,31%          |
| Sep     | 22,94%          |
| Oct     | 23,30%          |
| Nov     | 20,39%          |
| Dic     | 19,54%          |
| 2012Ene | 16,53%          |
| Feb     | 18,66%          |
| Mar     | 20,67%          |

**Figura 5.6** Gráfico factor de carga mensual. Fuente: Elaboración propia.



De la Curva de Carga se puede extraer lo siguiente:

### **Periodo de baja carga**

Los periodos de mas baja carga corresponden a los mese de Agosto de 2011 y Enero de 2012.

### **Ascenso y descenso**

En los meses de Marzo de 2011 hasta Julio de 2011 el factor de carga mantiene su tendencia, en Agosto decrece la utilización de la carga y vuelve acrecer a un pico en Septiembre, en Octubre el pico se mantiene aunque la producción fue nula. Decreciendo nuevamente entre el período Noviembre 2011 a Enero del 2012, volviendo luego a incrementar su factor de carga en Febrero y Marzo.

La curva de carga muestra una utilización muy desequilibrada de la carga instalada a través de los meses. Sería deseable, por propósitos de eficiencia en la producción, que el uso fuera más constante, más equilibrado.

### **5.1.5 Recargo por potencia en horarios de punta.**

En la República Dominicana, de acuerdo al tipo de contrato que tenga la empresa, se produce una facturación del consumo de energía eléctrica, según el momento del día. El más barato es entre las 12:00 a.m. y las 5:00 p.m. del día siguiente. El horario punta es el más caro se establece entre las 6:00 p.m. y las 11:00 pm.

“Horas Punta (HP) es el período comprendido entre las 6:00 p.m. y 11:00 p.m. horas. Horas Fuera de Punta (HFP) es el período no comprendido en las horas punta.”<sup>31</sup>

En nuestra investigación pudimos constatar que en la empresa Cilindros Nacionales, el costo de la potencia en horarios de punta es de RD\$912.28/KW y el costo de la potencia en horarios fuera de punta es de RD\$90.12/KW.

La empresa labora en horario de 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m., lo cual indica que labora en horarios fuera de punta. En nuestra investigación pudimos observar que en la factura eléctrica se

---

<sup>31</sup> El Congreso Nacional En Nombre de la República. **Ley General de Electricidad**. No. 125-01, de fecha (26) del mes de Julio del año dos mil uno (2001).

visualiza mes tras mes un consumo promedio mensual de 125,49 KW con un costo promedio mensual de RD\$14,545.64 por potencia en horarios en punta.

En nuestro estudio nos dimos cuenta de que finalizada la jornada laboral, se apagan todos los equipos consumidores de energía, lo cual no puede dar lugar a un consumo de energía eléctrica.

Ya que no se puede constatar la causa real de este recargo, se plantean posibles hipótesis que dan paso a este consumo. Uno de estas hipótesis es que alguno de estos equipos, (aires acondicionados, equipos de oficina, motores eléctricos), etc., esté aterrizado y continúe consumiendo energía eléctrica. Otra hipótesis potencial de consumo es que, al no existir en la empresa un programa de monitoreo y control para el debido uso de estos equipos, los mismos realmente no son debidamente desconectados o apagados al final de la jornada y continúan consumiendo dentro de los horarios en que la energía es más cara (horarios punta). Lo ideal es que esta tareas sólo se realicen en los horarios en que la energía eléctrica es más barata (horarios fuera de punta).

Estas medidas permiten que la empresa reduzca el precio final que paga por su factura de energía eléctrica si se hace una buena utilización de sus horarios, trasladando sus consumos desde las horas del día con precios mayores a aquellas con menores precios, para

administrar su máxima demanda y así pagar menos por este concepto.

A continuación se analiza la implementación de un banco de capacitores para la corrección de factor de potencia y los potenciales ahorros que se generarán.

**Tabla 5.5** Análisis Banco de capacitores. Fuente: Elaboración Propia.

|                          |                  |     |                                            |                  |       |
|--------------------------|------------------|-----|--------------------------------------------|------------------|-------|
| Pot prom                 | 125.49           | Kw  | Pot                                        | 125.49           | Kw    |
| Volt                     | 480              |     | Volt                                       | 480              |       |
| Raiz de 3 ( $\sqrt{3}$ ) | 1.73             |     | Raiz de 3 ( $\sqrt{3}$ )                   | 1.73             |       |
| cos Phi                  | 0.53             |     | cos Phi                                    | 0.98             |       |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| I                        | 285.14           | amp | I                                          | 154.21           | amp   |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| Relacion                 | 54%              |     | Recargo por factor de potencia en 12 meses |                  |       |
| % Ahorro                 | 46%              |     | Recargo promedio                           | 49,597.27        |       |
|                          |                  |     | Recargo Total                              | 595,167.23       |       |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| USD/kW prom              | 1.00             |     | Pot Activa prom                            | 18,508.00        | KWh   |
|                          |                  |     | 20%                                        | 3,701.60         | KWh   |
| Costo Banco Capacitor    | 12,549.20        | USD |                                            |                  |       |
| Tasa de Cambio           | 39.15            |     | Ahorros Mensuales prom                     | RD\$91,725.02    |       |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| RD\$/KWh prom            | 11.38            |     | Payback                                    | 5                | meses |
| Ahorro @ 25% prom        | RD\$42,127.75    |     |                                            |                  |       |
|                          |                  |     | Ahorro Trabajo HFP/Anual                   | RD\$174,547.71   |       |
| Ahorro Total             | RD\$1,100,700.24 |     |                                            |                  |       |
|                          |                  |     | Total de Ahorros                           | RD\$1,275,247.95 |       |
| Ahorro Trabajo HFP       | RD\$14,545.64    |     |                                            |                  |       |

Se tomó un porcentaje de ahorro, 20%, a la potencia activa que se esta operando en ese momento como no lo trabajamos con un mes sino para el promedio.

Al corregir el factor de potencia se ahorraría anualmente RD\$1,100,700.24, debido a un ahorro de un 20% más el costo de recargo por bajo factor de potencia.

Si se aplica un programa de trabajo en horario fuera de punta, de 12:00 a.m. hasta 5:30 p.m., se generaría un ahorro promedio mensual de RD\$14,545.64 y al anualmente de RD\$174,547.68.

El total por estos ahorros serían RD\$1, 275,247.95.

### **5.1.6. Índice de emisiones de CO2.**

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la institución que tiene a cargo la conservación, protección y regulación del uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente en la República Dominicana.

Según la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) “Las emisiones de CO2 por la producción de electricidad en 2003 fueron de 7,63 millones de toneladas de CO2, lo que representa el 46% del total de las emisiones del sector energético. Esta elevada contribución de emisiones de la generación de electricidad, en comparación con otros países de la región, se debe al alto porcentaje de generación térmica”.<sup>32</sup>

Nuestra investigación así como procura reducir el consumo de energía eléctrica y su costo asociado, también buscar reducir el impacto ambiental que le empresa tiene sobre este.

---

<sup>32</sup> Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

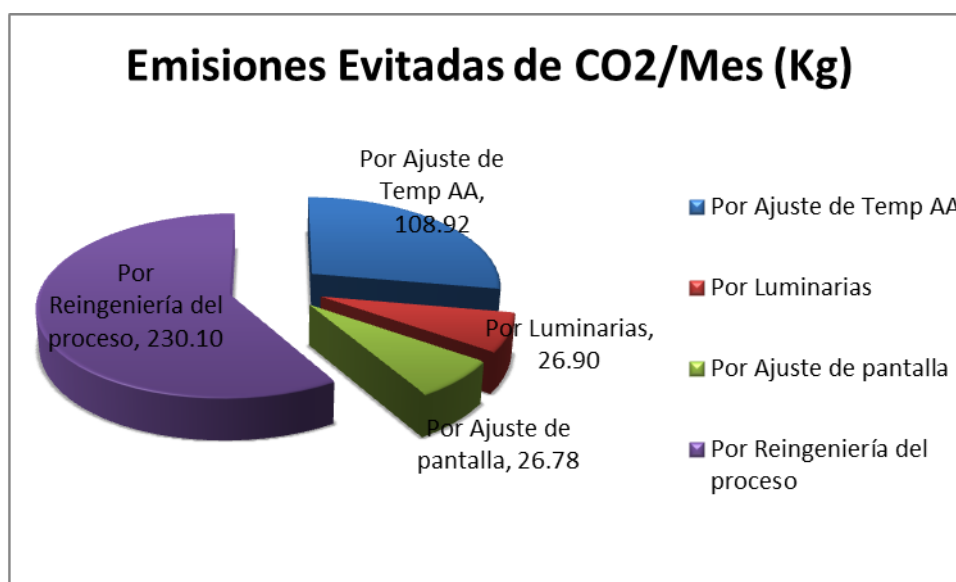
Por tanto con la gestión energética no sólo se conseguirá el ahorro de energía, sino también reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

A continuación se muestra las reducciones obtenidas de CO<sub>2</sub> por el ahorro en KWh/Mes, con las diferentes opciones de ahorro.

**Tabla 5.6** Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.

| Reducción de Emisión de CO2  | Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg) |
|------------------------------|------------------------------------|
| Por Ajuste de Temp A/A       | 108.92                             |
| Por luminarias               | 26.90                              |
| Por Ajuste de pantalla       | 26.78                              |
| Por Reingeniería del proceso | 230.10                             |
| <b>Total</b>                 | <b>162.60</b>                      |

**Figura 5.7** Gráfico emisiones evitadas de CO2. Fuente: Elaboración propia.



Como se muestra en el gráfico la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> evitada se obtendrán por el cambio a luminarias de menor consumo en watts

## **CAPITULO VI. MEDIDAS DE CONSUMO ENERGETICO EFICIENTE IMPLEMENTADAS.**

### **6.1. Programa de uso eficiente de la energía.**

- Se disminuirá el uso de la energía eléctrica por climatización en 1,753.21 KWh/Mes, lo que representa RD\$19,953.16 mensuales.
- Con el ahorro de energía por ajuste de pantalla, se disminuirá el consumo de la energía eléctrica en los equipos de oficina en 429.55 KWh/Mes, lo que representa RD\$4,888.67 mensuales.
- Se evitará el consumo de energía eléctrica por luminarias en 432.76 KWh/Mes, lo que representa RD\$4,925.22 mensuales.
- Con la corrección del factor de potencia al implementar el banco de capacitores se ahorraría RD\$1, 095,085.56.
- Con el Ahorro de energía por reingeniería del proceso, se disminuirá el consumo de la energía eléctrica en los motores en 4,757.55 KWh/Mes, lo que representa RD\$54, 145.46 mensuales.



## **6.2. Medidas para la reducción en el consumo energético.**

- Para la corrección del factor de potencia se debe mantener este indicador en un valor alto, por arriba de 0.9, mientras se consume la misma cantidad de energía reactiva. Para esto se debe instalar un banco de capacitores. A este procedimiento se le denomina corrección del factor de potencia o compensación de reactivos.
- Sustituir las lámparas de 40 watts por lámparas de 24 watts, así mismo sustituir las bombillas incandescentes de 40 y 60 watts, las cuales emanan más calor que luz como se había dicho anteriormente, por bombillas de 15 y 18 watts respectivamente.
- Ajustar el termostato del equipo de climatización a una temperatura agradable, dígase de 24° C a 26° C, si se ajusta muy frío se estará incómodo y la factura eléctrica se elevará. Un grado menos de frío implicará un 12% menos de consumo.
- Configurar los equipos de oficina a la modalidad de ahorro de energía, lo cual conllevará a un ahorro de 20%.
- Realizar una reingeniería en el proceso de producción dejando de usar un total de 38 equipos, para sólo usar 24 equipos.

A continuación se muestran los requerimientos técnicos para cada opción de ahorro, así como su potencial inversión y ahorro y su plan de acción.

**Tabla 6.1** Requerimientos técnicos para implementación de medidas.  
Fuente: Elaboración Propia.

| Nombre de la empresa     |            | CILINDROS NACIONALES CXA                                                                            |                                                                       |
|--------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Área de estudio: Energía |            |                                                                                                     |                                                                       |
| Opción                   | No. Opción | Requerimientos Técnicos                                                                             | Disponibilidad de Adquisición                                         |
| AIRE ACONDICIONADO       | 1          | Se debe ajustar la temperatura de los A/A a una temperatura de confort, por un técnico calificado   | No hay adquisición de equipos                                         |
| LUMINARIAS               | 2          | Se debe realizar los cambios de tubos y bombillas, por un técnico calificado                        | Estos equipos son distribuidos en el país por las empresas nacionales |
| EQUIPOS DE OFICINA       | 3          | Se debe configurar los equipos de oficina a la modalidad de ahorro de energía                       | No hay adquisición de equipos                                         |
| Reingenieria de proceso  | 4          | Se debe reprogramar la producción reduciendo los trabajos de emergencia y trabajando fuera de punta | No hay adquisición de equipos.                                        |
| CORRECCION BFP           | 5          | Se debe instalar un baco de capacitores, por un técnico calificado                                  | Estos equipos son distribuidos en el país por empresas nacionales     |

**Tabla 6.2** Plan de acción para la implementación de las opciones de ahorro. Fuente: Elaboración propia.

| Nombre de la empresa: CILINDROS NACIONALES CXA |                       |                                                                                                                                   |              |             |
|------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| PLAN DE ACCION                                 |                       |                                                                                                                                   |              |             |
| Opción                                         | Responsable           | Observaciones                                                                                                                     | Fecha Inicio | Fecha Final |
| AIRE ACONDICIONADO                             | Alta direccion        | Elaborar plan comunicacional para promover esta iniciativa                                                                        | Julio        | Agosto      |
| LUMINARIAS                                     | Area de Mantenimiento | Identificar en el mercado local las luminarias que tengan las características necesarias para la iluminación de las oficinas.     | Julio        | Diciembre   |
| EQUIPOS DE OFICINA                             | Area de Mantenimiento | Preparar un programa de configuración de modalidad de ahorro para todas los equipos de las oficinas                               | Julio        | Julio       |
| Reingeniería de proceso                        | Area de Mantenimiento | Preparar un plan de trabajo para reducir el uso innecesario de equipos                                                            | Julio        | Agosto      |
| CORRECCION BFP                                 | Area de Mantenimiento | Cotizar en el mercado local los bancos de capacitores que tengan las características necesarias para la compensacion de reactivos | Julio        | Diciembre   |

**Tabla 6.3** Inversión y ahorros por medidas implementadas. Fuente: Elaboración propia.

| Nombre de la empresa: CILINDROS NACIONALES CXA |                   |                         |                               |                   |                                                   |
|------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|
| Área de estudio: Energía                       |                   |                         |                               |                   |                                                   |
| Opción                                         | Inversión (RD\$)  | Gasto Actual (RD\$/Mes) | Gasto de la opción (RD\$/Mes) | Ahorro (RD\$/Mes) | Beneficio ambiental anual reducción de CO2 (Ton)* |
| AIRE ACONDICIONADO                             | 0.00              | 26,254.16               | 19,953.16                     | 6,301.00          | 1.31                                              |
| LUMINARIAS                                     | 11,620.84         | 14,995.82               | 10,070.60                     | 4,925.22          | 0.32                                              |
| EQUIPOS DE OFICINA                             | 0.00              | 5,264.63                | 4,888.67                      | 375.95            | 0.32                                              |
| Reingeniería Proceso                           | 0.00              | 145,208.29              | 91,062.82                     | 54,145.46         | 8.37                                              |
| CORRECCION BFP                                 | 491,301.18        | 209,927.31              | 160,330.04                    | 49,597.27         | 2.76                                              |
| <b>Total</b>                                   | <b>502,922.02</b> | <b>401,650.21</b>       | <b>286,305.30</b>             | <b>115,344.91</b> | <b>13.08</b>                                      |

## CAPITULO VII. EVALUACION DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos luego de la elaboración del diseño de la Gestión eficiente de la energía eléctrica en la empresa objeto de estudio se los dividió en: ahorros conseguidos con las medidas de consumo energético eficiente y resultado a favor del medio ambiente.

### 7.1. Ahorros conseguidos con las medidas de consumo energético eficiente.

**Tabla 7.1** Ahorros conseguidos. Fuente: Elaboración propia.

| Programa                                        | Ahorro/<br>Beneficio<br>Económico |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Gestión eficiente<br>de la energía<br>eléctrica |                                   |
| Aires<br>acondicionados                         | RD\$6,301.00                      |
| Luminarias                                      | RD\$4,925.22                      |
| Equipos de<br>oficina                           | RD\$375.95                        |
| Reingenieria de<br>proceso                      | RD\$54,145.46                     |
| Correccion BFP                                  | RD\$49,597.27                     |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>RD\$115,344.91</b>             |

## 7.2. Resultados obtenidos a favor del medio ambiente.

**Tabla 7.2** Emisiones de CO2 evitadas. Fuente: Elaboración propia.

| Reducción de Emisión de CO2  | Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg) |
|------------------------------|------------------------------------|
| Por Ajuste de Temp A/A       | 108.92                             |
| Por luminarias               | 26.90                              |
| Por Ajuste de pantalla       | 26.78                              |
| Por Reingeniería del proceso | 230.10                             |
| Total                        | 162.60                             |

- Por el ajuste de la temperatura de los aires acondicionados se obtuvo una reducción en la emisión de CO2 de 108.92 Kg/mes.
- Por el cambio de las luminarias a otras de menor consumo energético se obtuvo una reducción en la emisión de CO2 de 26.90 Kg/mes.
- Por el ajuste de pantallas a la modalidad de ahorro del 20% de la energía eléctrica se obtuvo una reducción en las emisiones de CO2 de 26.78 Kg/Mes.
- Por Reingeniería de proceso se obtuvo una reducción en las emisiones de CO2 de 230.10 Kg/Mes.

## CONCLUSIONES

La empresa Cilindros Nacionales, con una capacidad instalada de 215,771 Kg/mes, después de más de 20 años de producción, obtuvo en el último año una producción por manejo del acero de 57,711 Kg, con un consumo total de energía eléctrica de 20,080.96 KWh y un índice de consumo de 0.42 kWh/Kg de acero procesado, por lo que al asumir la propuesta de gestión eficiente de la energía, se logró una disminución del 36% del consumo promedio mensual de la planta, de lo que se deduce: dejar de consumir; 11,215.28 kWh/mes (11.21 MW/año); de energía eléctrica, se redujo el índice de consumo en un 4.07%, se redujeron los gastos por consumo de energía eléctrica en RD\$ 99,246.05 mensuales y se redujo la carga contaminante en 162.60 Kg/KWh de CO<sub>2</sub>. Al considerar tales resultados en la tendencia de consumo del período objeto de estudio, 2011-2012, se manifiesta lo siguiente:

- Se realizó un diagnóstico y análisis, así como la estratificación de consumo de energía eléctrica por área, donde se muestra que los equipos de oficina representan el 1.18% del total, la climatización representa el 1.37% del total, las cargas varias un 4.38%, la iluminación representa el 6.27% y los motores eléctricos representan el 86.80%.

- La caracterización energética de la empresa realizada utilizando las herramientas de la norma 50001 y las herramientas de ingeniería permitió determinar las áreas y puntos clave de mayor consumo energético, siendo este los motores eléctricos con un consumo promedio mensual de 12,758.88 KWh, lo que representa un costo operativo promedio mensual de RD\$145,208.29 pesos.
- Se diseñó un formulario de reuniones, para monitorear los registros y la documentación, que se lleva a cabo por la dirección, para el control de los procesos en el que la empresa requiera de energía eléctrica.
- Se diseñó un sistema de gestión de la energía para cada sector de la empresa, donde se consiguieron los siguientes ahorros: en la iluminación se obtuvo un ahorro promedio mensual de 432.76 KWh lo que representa RD\$4,925.22 pesos mensuales, por el cambio a luminarias de menor consumo, con una inversión de RD\$11,620.84 y recuperación de la misma de 2 meses, en la climatización se obtuvo un ahorro de 1,753.21 KWh lo que representa RD\$19,953.16 pesos, por el ajuste de la temperatura de los aires acondicionados de 24° a 26°, lo equivale a un 12% de ahorro, en los equipos de oficina se obtuvo un ahorro de 429.55 KWh lo que representa RD\$4,888.67 pesos, por la configuración de los equipos a la modalidad de ahorro de energía al 20% y en la reingeniería de proceso se obtuvo un

ahorro de 4,757.55 KWh que representa RD\$54,145.46, por la reducción en el uso de equipos.

- Se realizó un análisis consumo-producción donde se puede advertir que la producción crítica de la empresa es alrededor de 73,000 kg de acero procesado, donde producciones por encima del punto crítico cambian significativamente el índice de consumo, sin embargo, por debajo del punto crítico se incrementa cada vez más. Cuando el incremento de la producción disminuye, por el contrario, el gasto por unidad de producto aumenta. El índice de consumo depende del nivel de la producción realizada. Obteniéndose así un potencial de ahorro por gestión de 13.2% del consumo promedio mensual.

- Se realizó un estudio para la corrección del factor de potencia, el cual representa un recargo promedio mensual en la factura eléctrica de RD\$49,597.27 pesos, donde se analizó la implantación de un banco de capacitores, con un costo de 12,549.20 USD, con recuperación de la inversión en 6 meses, lo que representa un ahorro total de RD\$1, 275,247.95 pesos al año.

- Se realizó un análisis de las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> por el ahorro en KWh/Mes, con las diferentes opciones de ahorro, donde se obtuvo una reducción de la carga contaminante en 162.60 Kg/KWh de CO<sub>2</sub>.



Como respuesta a las preguntas efectuadas en nuestra investigación tenemos:

- *¿Mejoraría el estado crítico del consumo eléctrico, en las diferentes etapas de los procesos productivos, en la planta de producción, con el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la empresa Cilindros Nacionales?*

Con el diseño aplicado en la investigación se redujo el consumo energético en las distintas áreas de la empresa en 7,229.25 KWh mensuales.

- *¿Cuáles son los beneficios inmediatos que puede ofrecer la gestión eficiente de la energía eléctrica en los procesos de producción de la empresa Cilindros Nacionales?*

1. La empresa aumentará los niveles competitivos eficientizando los procesos productivos a desarrollar.
2. Aumentará la productividad a un menor costo de producción.
3. Concesión de una sinergia entre la energía utilizada en cada proceso y el costo apagar por la misma.
4. La planificación de la producción en base a la energía por hora consumida en cada jornada de trabajo.

- *¿Qué interés despertaría este proyecto en la empresa Cilindros Nacionales?*

La empresa gozará de una proyección estratégica en cuanto al consumo y disponibilidad de uso de la energía se refiere en la producción diaria, disminuyendo los costos de las operaciones y aumentando la productividad por unidades y a la vez contribuirá a la reducción del impacto ambiental que cada vez más se hace notar en nuestro entorno.

- *¿Qué impacto causará en la producción y en el control de los estándares de la empresa Cilindros Nacionales?*

La implantación de un sistema de gestión del uso eficiente de la energía trae consigo un enfoque claro hacia el cliente de manera satisfactoria y una orientación consecutiva de los procesos dentro de la organización obteniendo menor costo energético y mejor resultado en cuanto a la producción.

Obedeciendo a la óptica más específica de este tipo de gestión donde se constituye una tecnología estratégica de baja inversión y un gran impacto sobre los costos de producción y productividad empresarial.

El objetivo es instaurar una planificación estratégica de las capacidades ofreciendo un enfoque para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos que apoyen mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo. Siempre orientado en base a su nivel de capacidad, buscando un mejor nivel de operación referido al volumen de producción en el cual se minimiza el costo promedio por unidad.

- *¿Se reducirían los costos de producción con la gestión eficiente en el uso y manejo de la energía eléctrica de la empresa Cilindros Nacionales?*

Con el análisis del índice de consumo que se realizó, se pudo observar que los costos de producción asociados al consumo energético disminuirán en la medida en que disminuya el consumo de la energía eléctrica.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la implantación de las medidas de gestión eficiente de la energía eléctrica propuestas y monitorear y controlar su consumo.
- Se recomienda trabajar en horarios fuera de punta, entre 12:00 a.m. y 5:30 p.m., donde el costos de la energía es mas barata.
- Se recomienda la implantación del banco de capacitores para la corrección del factor de potencia.
- Se recomienda incluir en el presupuesto de la empresa planes de capacitación en la parte gestión eficiente de los recursos.
- Se recomienda elaborar un plan comunicacional para la mejora de los hábitos de consumo.
- Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento de equipos de alto consumo.
- Se recomienda continuar perfeccionando el diseño de gestión energético hasta obtener los menores consumos posibles de estos portadores, que permita elevar el nivel de gestión para evaluar eficientemente el estado de ésta.
- Se recomienda realizar un proceso de planeación y administración estratégica para dar rumbo a la organización y dirigir sus esfuerzos en pos de un fin determinado y obtener

resultados con la creación, de una política que muestre, una visión, misión y objetivos de la empresa en un lugar visible.

- Se recomienda actualizar los documentos legales de la empresa en forma digital.
- Se recomienda hacer un programa de reuniones con un tiempo estimado de máximo una hora, para poder dar continuidad a las tareas que dan lugar al cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Durante el proceso de investigación de este trabajo de grado no se pudo acceder al contrato entre la distribuidora de electricidad EDESUR y la empresa Cilindros Nacionales C x A., por diversas razones ajenas a nuestra causa. Por lo que se recomienda contemplar una revisión del contrato suscrito entre ambas partes ya mencionadas y hacer evaluación en contexto con la realidad actual de empresa.

# BIBLIOGRAFÍA

## Internet:

- <http://www.bsigroup.es/es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Gestion-de-la-Energia-ISO-50001/>
- <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/Novedades/Eventos-2012/LD-Eventos-2011/VI-Conferencia-de-Gestion-de-la-Energia-ISO-50001-Norma-Internacional-de-Gestion-Energetica/>
- <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=161>
- <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/1997/24-1997.html>
- [http://www.crea.es/calculo\\_huella\\_carbono.htm](http://www.crea.es/calculo_huella_carbono.htm)
- [www.iso.org](http://www.iso.org)
- <http://www.petrotecnica.com.ar/sin/112-117-sp.pdf>
- <http://www.seic.gov.do/baseConocimiento/Guias%20para%20el%20ahorro%20de%20energia/Gu%C3%ADa7.pdf>
- <http://www.definicion.org/tara>

## Libros, Revistas e Informes:

- Agencia Presidencial para la acción social y la cooperación internacional. **Guía ambiental de Buenas Prácticas**. Área de calidad y mejoramiento continuo. 21 de septiembre del 2007 versión No. 1. Bogotá, Colombia.
- Campos, J., Gómez, R., & Santos, L. (1998). **Eficiencia energética y competitividad de empresas**. Cuba: UCF.
- Campos, J., Prías, O., Quispe, E., Vidal, J., & Lora, E. (2006). Proyecto "**Programa de gestión integral de la energía para el sector productivo nacional**." Segundo Informe Parcial. Proyecto UPME, Colciencias, Universidad del Atlántico y Universidad Atónoma de Occidente. Colombia.
- CNE. (2004). **Comisión Nacional de Energía. Plan Energético Nacional 2004-2015**.
- Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC). **Sistema Gestión Energética**. Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. Venezuela.

- De Zuani, R. (2003). **Introducción a la Administración de Organizaciones**. Maktub.
- **Dec. No. 494-07 que modifica el Reglamento de Aplicación de la Ley General de Electricidad, No. 125-01**, de fecha 26 de julio de 2001.
- EIA. (2004). (EIA) **Energy Information Administration**, 2002. Tabla H.1 co2. Estados Unidos.
- El Congreso Nacional En Nombre de la República. **Ley General de Electricidad**. No. 125-01, de fecha (26) del mes de Julio del año dos mil uno (2001).
- Escoto Leiva, R. (2001). **Banca Comercial**. San José.
- ISO 50001 Energy Management.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). Lee J. Krajewski, **Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis**. Mexico: Pearson Educación.
- Lillo, Mario. **Electrificación Aplicada**. Universidad de Concepción. Chile
- Lusthaus, C. (2002). **Evaluación Organizacional: Marco Para Mejorar el Desempeño**. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.
- **Mecanismo para un desarrollo limpio de un proyecto de energía eólica**. Basada en la generación eléctrica de la planta conectada al SENI, 28 de Julio 2006. PPD los Cocos Ege Haina.
- MMARN. (2004). **Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera Comunicación Nacional**. Santo Domingo, República Dominicana.
- Molera Sola, Pere (1992). **Soldadura industrial: clases y aplicaciones**. MARCOMBO, S.A., Barcelona (España).
- Norma Dominicana, **Envases para gases de GLP. Cilindros para gases licuados de petróleo (Uso Domestico)**. DIGENOR. 2009
- Prías, O. (2004). **Gestión Integral de la Eficiencia Energética en Ambientes Competitivos: Un Nuevo Enfoque. Memorias I Congreso Internacional Sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía**. CIUREE. Cali, Colombia.
- SIE. (2006). **Estadísticas de la Superintendencia de Electricidad, 2006**. Santo Domingo.
- Stephens, Matthew P. (2006), **Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales**. Pearson Educación.

# **ANEXO ANTEPROYECTO TRABAJO DE GRADO**



# **Universidad Acción Pro-Educación y Cultura (UNAPEC)**



## **DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA**

Escuela de Ingeniería

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA FABRICA CILINDROS  
NACIONALES CXA EN LA REPUBLICA DOMINICANA MAYO-AGOSTO 2012”.**

Br. Patricia Guzmán López                      2003-2161

Br. Cleopatra Benzán Sánchez                      2007-2569

Br. Beethoven C. Ortiz Rojas.                      2003-1907

Santo Domingo, D. N.  
Mayo - Agosto 2012

# **INDICE GENERAL DE CONTENIDO**

## **1.0 INTRODUCCION.**

### **1.1**      Introducción.

## **2.0 JUSTIFICACION DEL TRABAJO DE GRADO:**

### **2.1**      Justificación practica

### **2.2**      Justificación metodológica

### **2.3**      Justificación teórica

## **3.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE TRATARA EL TRABAJO DE GRADO:**

### **3.1**      Definición conceptual del problema con citas y referencias bibliográficas.

### **3.2**      Descomposición de los elementos conceptuales que definen el problema. (Aspectos relevantes que lo constituyen).

### **3.3**      Delimitación en el tiempo y el espacio con explicación de razones que lo justifican.

### **3.4**      Cuestionamientos que se plantea los solicitantes ante el problema a desarrollar.

#### **3.4.1**      Grandes preguntas relativas al concepto que determinarán los Objetivos Generales de Trabajo de Grado.

**3.4.2** Subpreguntas operativas relacionadas con los elementos del concepto que determinarán los Objetivos Específicos, Secundarios, u Operativos del Trabajo de Grado.

#### **4.0 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO:**

**4.1** General.

**4.2** Específicos, Secundarios u Operativos.

#### **4.0 MARCO TEORICO REFERENCIAL**

**5.1** Marco Teórico.

**5.2** Marco Conceptual.

**5.3** Marco Espacial.

**5.4** Marco Temporal.

#### **5.0 METODOLOGIA OPERATIVA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO.**

#### **6.0 TECNICAS A UTILIZAR EN EL DESARROLLO METODOLOGICO DEL TRABAJO.**

#### **7.0 ESQUEMA DEL CONTENIDO CON EL POSIBLE INDICE TEMÁTICO DEL TRABAJO.**

#### **8.0 FUENTE DE DOCUMENTACIÓN:**

**8.1** Para el presente Proyecto.

**8.1.1** Fuentes secundarias

**8.1.2** Fuentes primarias

**8.2** Para el Trabajo de Grado (Bibliografía Inicial

## **1.0 INTRODUCCION.**

En estos tiempos donde vemos una convulsionada economía y un desarrollo exponencial de la tecnología cada vez mas nos hace conciencia el proteger los recursos de nuestro planeta. Es donde empezamos a tocar el tema de que debemos movernos a un mundo más verde, que utilice los recursos naturales de manera consciente y eficiente manteniendo un nivel de desarrollo sustentable y competitivo. Se nos hace difícil encontrar una punto de equilibrio entre esta dicotomía. Es a raíz de esta inquietud que bajo el organismo de la ISO las empresas se pusieron de acuerdo para diseñar un sistema de gestión que eficientice el uso energético que si bien es cierto es la materia que mueve al mundo en busca de su desarrollo devastador de superarse día tras día. En pos de buscar en consenso una norma que nos garantice un uso razonable de la energía que consumimos y a su vez provocar un cambio radical de la cultura del consumismo, así nace la norma ISO 50001:2011 en junio del 2011.

Es donde La empresa Cilindros Nacionales C x A. Apegados a sus principios y ética de trabajo, siendo una empresa de vanguardia en su área de fabricación de productos que empleen el metal como materia prima, pionera de crear conciencia de un mundo mas verde. Encuentra su compromiso de ofrecer siempre productos de calidad sin

dejar de ser una empresa altamente rentable, abre sus puertas a la implementación de un sistema de gestión novedoso el cual le permitirá administrar sus recursos de una manera controlada y eficiente.

Este estudio, busca diseñar un sistema de gestión del uso eficiente de la energía fundamentados en la norma ISO 50001:2011, adaptados a los procesos productivos y administrativos de dicha empresa, pretendiendo con esto garantizar de forma tangible el uso adecuado de los recursos energéticos.

## **2.0 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

### **2.1 Justificación teórica**

Según El Secretario General de ISO (**Rob Steele, 2011**) "La energía es fundamental para las operaciones de la organización y puede representar un costo importante para las organizaciones, independientemente de sus actividades. Se puede tener una idea al considerar el uso de la energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta su reciclaje. Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas de gobierno o la economía global, pero pueden

mejorar la manera en que gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos para una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y activos relacionados con la energía, reduciendo así los costos de energía y consumo. La organización también contribuye positivamente a reducir el agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del consumo de energía en todo el mundo, como el calentamiento global.” Actualmente la deficiencia en el uso y manejo de la energía eléctrica, esta provocado altos costos de producción. Razón por la cual analizaremos el consumo energético en las diferentes etapas del proceso productivo de la empresa Cilindros Nacionales para buscar una posible solución a estos problemas.

## **2.2 Justificación metodológica**

En nuestra investigación utilizaremos los métodos de adquisición de información necesarios para estructurar y darle solución al problema, estas técnicas a utilizar son:

- Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible.
- Pronostico de consumo energético del año anterior.
- Clase de productos que comercializa la empresa.

- Políticas de control.
- Mediciones de la confiabilidad de los empleados.
- Consumo energético real e ideal.
- Flujo de información.

### **2.3 Justificación practica**

Nuestro tema de investigación es importante tanto para la empresa **Cilindros Nacionales** y para nosotros futuros ingenieros industriales, ya que en el desarrollo de este pondremos en práctica todas las técnicas y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera para buscarle soluciones a uno de los problemas que más afecta los procesos de producción de esta empresa, el uso y manejo deficiente de la energía eléctrica en el área de producción de **Cilindros Nacionales**, disminuyéndole los costos de producción y facilitándole un mejor flujo de información en sus procesos de producción para que trabajen con menos despilfarros en el consumo energético, lo cual a la vez nos permitirá obtener el título de ingeniero industriales.



La importancia de la aplicación crea una estructura definida y de soporte en la empresa para la preparación adecuada de las capacidades requeridas por el servicio a brindar, obteniendo un protocolo de control de la energía retroalimentado de forma continua conforme a la efectividad de su operatividad y de bienestar de la ciudadanía.

Este proyecto se concretiza en un diseño innovador de gestión del uso eficiente de la energía que procura la búsqueda satisfactoria de estándares de controles y protocolos de registros competitivos que aportaran a que este sistema genere satisfacción y rentabilidad a **Cilindros Nacionales.**

## **2.4 Cuestionamientos que se plantean los solicitantes ante el problema a desarrollar.**

### **2.4.1 Grandes preguntas relativas al concepto que determinarán el Objetivo General de Trabajo de Grado.**

- ¿Mejoraría el estado crítico del consumo eléctrico, en las diferentes etapas de los procesos productivos, en la planta de producción, con el diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la empresa **Cilindros Nacionales.**

#### **2.4.2 Sub-preguntas operativas relacionadas con los elementos del concepto que determinarán los Objetivos Específicos, Secundarios u Operativos del Trabajo de Grado.**

- ¿Cuáles son los beneficios inmediatos que puede ofrecer la gestión eficiente de la energía eléctrica en los procesos de producción de la empresa **Cilindros Nacionales**?
- ¿Qué interés despertaría este proyecto en la empresa **Cilindros Nacionales**?
- ¿Qué impacto causará en la producción y en el control de los estándares de la empresa **Cilindros Nacionales**?
- ¿Se reducirían los costos de producción con la gestión eficiente en el uso y manejo de la energía eléctrica de la empresa **Cilindros Nacionales**?

### **3.0 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA**

Esta investigación pretende estudiarlos sistemas de gestión de Gestión eficiente de la energía eléctrica en la empresa comercializadoras y manufacturera de cilindros metálicos de la Republica Dominicana, a fin de desarrollar un diseño de un sistema de gestión de calidad en la empresa Cilindros Nacionales C x A.

### **3.1 Definición conceptual del problema con citas y referencias bibliográficas.**

El sistema de gestión del uso eficiente de la energía en una organización se constituye en un aliado de esta para sortear de manera eficiente todos los retos que impone el mercado cada vez más competitivo, cambiante y agresivo. Permitirá a la organización distinguirse por su alto nivel de desempeño, niveles excepcionales de rentabilidad y adecuado sistema de gestión.

La comercialización de cilindros para almacenamientos de Gas licuado de petróleo y otros componentes químicos en la Republica Dominicana, está ampliamente difundido, las diferentes aplicaciones a estos productos se pueden destacar tanto para el uso domestico como para el transporte. Es posible encontrar estos productos en el mercado de diferentes tipos, formas, colores y materiales. Los principales clientes son todos los consumidores del GLP, gas natural, los hospitales y clínicas, las empresas que requieren cilindros metálicos para el almacenaje de Gases, combustibles, químicos, etc.

Desde su creación la empresa ha tenido un incremento significativo de la demanda de productos, por lo que las exigencias y necesidades de sus clientes han incrementado. Ante esto, la empresa ha de emprender las medidas necesarias para garantizar un mejor servicio de calidad que cumpla con las exigencias de sus clientes, y una alta

rentabilidad, siempre de la mano con las mejores prácticas del mercado en pro de un medio ambiente más saludable.

Los problemas en el manejo de la energía comenzaron acrecentarse al incrementar la demanda también aumento el personal. Cada departamento que tiene la empresa se rige por las costumbres que antes tenían como empresa pequeña y no se utilizan procedimientos ni políticas que cumplir con relación al uso de las maquinarias, el encendido y apagado de todo dispositivo eléctrico y/o electrónico que requiera consumo eléctrico, no hay formas de poder evaluar al personal ni darle seguimiento en el proceso, esto a la vez hace que no existan indicadores de calidad para el ahorro de consumo energético, ya que los procedimientos y políticas no están creados ni documentados para tales propósitos. La empresa cuenta con un departamento de producción bien amplio y el cual representa más del 80% de la población laboral de la empresa de los cuales ninguno de ellos conoce de procedimientos para efficientizar el uso de la energía eléctrica. Sólo se centran en ejecutar su trabajo de acuerdo a su perfil de contratación de forma aislada y sin considerar una visión organizacional basada en procesos y/o objetivos.

No existe garantía de que las restricciones y medidas tomadas en el ámbito del consumo energético realizados en la organización conduzcan a la prestación de servicios que satisfagan realmente las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos a

través de la reducción del costo operativo en el reglón del consumo energético, así mismo se carece de los mecanismos de medición (métricas e indicadores de gestión) correspondientes.

No se tienen documentación o mecanismos para afrontar las pérdidas operativas por concepto de un despilfarro del uso de la energía eléctrica, en aditamento a lo presente, los re-procesos que existen por carencia de un sistema de gestión de uso eficiente de la energía y de una planificación que valla relacionada en sentido bilateral Consumo eléctrico - Producción de los bienes, hacen un escenario favorable para diseñar un sistema de gestión energética que contribuya a disminuir el alto coste de la factura eléctrica y ayuden con problemas de logísticas a nivel general en cuanto al suministro de energía, de combustibles para la producción y materias primas para el desarrollo de las actividades diarias de producción. De manera que la empresa Cilindros Nacionales maneje la información necesaria para establecer estándares de control y protocolos de registro que generen una retroalimentación de forma continúa para asegurar la efectividad de sus operaciones.

La ausencia de estrategias de gestión correspondientes para aumentar la eficiencia energética, reducir costos de producción y mejorar la eficiencia en el manejo y uso de la misma, ya que no cuentan con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras, para cada nivel de su proceso

productivo. Esto provoca un gran despilfarro en el uso de sus existentes activos de consumo de energía, dando lugar a incertidumbre y dificultades en el flujo y calidad de la información que fluye en el proceso de producción. Según El Secretario General de ISO Rob Steele (2011)

**(<http://www.copant.org/documents/18/50657/2011-06-08>)**

“La energía es fundamental para las operaciones de la organización y puede representar un costo importante para las organizaciones, independientemente de sus actividades. Se puede tener una idea al considerar el uso de la energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta su reciclaje.”

### **3.2 Descomposición de los elementos conceptuales que definen el problema (Aspectos relevantes que lo constituyen).**

Los controles y documentación existentes en la Fabrica de Cilindros Nacionales C X A, evidencian la necesidad de un sistema de gestión del uso eficiente de la energía que asegure un manejo racional de los recursos energéticos, el cumplimiento de los procesos gestionado y que ser así una empresa mas rentable.

### **3.3 Delimitación en el tiempo y el espacio con explicación de razones que lo justifiquen.**

El estudio se realizará en la empresa Cilindros Nacionales C. por A. Aut. 30 de Mayo Km. 12, Haina, Santo Domingo, República Dominicana, la cual presenta un estado crítico en el consumo energético en la planta de producción, por deficiencia en el uso y manejo de la energía eléctrica.

Por otro lado el tiempo de desarrollo está enfocado en el periodo de tiempo Mayo-Agosto 2012 teniendo como finalidad presentar un documento con las soluciones a los problemas que afectan el uso eficiente de la energía eléctrica de **Cilindros Nacionales**.

## **4.0 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

### **4.1 Objetivo general**

- Diseñar un sistema de gestión eficiente de la energía eléctrica para la empresa **Cilindros Nacionales**, que cumpla con los requerimientos mínimos necesarios para lograr un diseño de un sistema eficiente y adecuado a la empresa, fundamentado en la norma ISO 50001:2011.

### **4.2 Objetivo específicos**

- Mejorar los registros y la documentación para mejor control de los procesos en el que la empresa requiera de energía eléctrica;
- Proponer metodología para el diseño del sistema de gestión de documentación de políticas y procedimiento (Levantamiento de Información, revisión y medición, mejora, aprobación, publicación, actualización);
- Definir la Política para el uso eficiente de la energía eléctrica de la organización;
- Definir los objetivos del uso eficiente de la energía;
- Integrar con otros sistemas de gestión organizacional como ambiental, de salud y de seguridad;
- Facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos;
- Crear los mecanismos de comunicación y transferencia de conocimiento sobre la gestión de los recursos energéticos;

## **5.0 MARCO TEORICO REFERENCIAL**

### **5.1 Marco Teórico**

La Gestión eficiente de la energía lleva ciertos procesos de concientización con los cuales se pretende motivar al operador a valorar los recursos que utiliza en el desarrollo de su trabajo y evitar despilfarros principalmente debido a descuidos, o cuando el operador



no maneja correctamente los controles requeridos por la actividad a desempeñar.

Para dar solución a los problemas que se dan en la empresa Cilindros Nacionales, utilizaremos los siguientes tipos de estudio:

- Estudios exploratorios
- Estudios descriptivos
- Estudios explicativos
- Entrevista a expertos en Seguridad industrial.

## **5.2 Marco Conceptual**

A continuación se presentan una lista de definiciones de los términos y conceptos a utilizar en el proyecto:

### **Gestión de la energía**

“Es la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la misma cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas). ([www.energyoffice.org](http://www.energyoffice.org)).

## **ISO**

“Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.” ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## **Estándar**

“Es un modelo, criterio, regla de medida de los requisitos mínimos aceptables para la operación de procesos específicos, con el fin asegurar la calidad en la prestación de los servicios o en la fabricación de productos.” ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## **Norma**

“Es una regla o directriz para las actividades, diseñada con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad.” ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## **Energía eléctrica**

“Se denomina energía eléctrica a la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos.” ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

## **Eficiencia**

“La eficiencia es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado.” ([www.definición.de](http://www.definición.de)) Se trata de la capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando de esta forma su optimización.

## **ISO 50001**

“La norma de calidad ISO 50001 de Sistemas de Gestión Energética, certifica la existencia de un sistema optimizado para el uso correcto de la energía en cualquier organización, sea cual sea su naturaleza o tamaño, su actividad o su dedicación.” ([www.crea.es](http://www.crea.es)).

## **Consumo energético**

“Gasto total de energía en un proceso determinado.” ([www.definicion.org](http://www.definicion.org)). El concepto de consumo energético está inversamente relacionado con el concepto de eficiencia energética, puesto que en la medida en que aumenta el consumo de energía por servicio prestado es cada vez menor la eficiencia energética.

## **Protocolo**

“Conjunto de estándares que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red.” ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

## **Retroalimentación**

“La retroalimentación, también denominada feedback, significa `ida y vuelta, es el proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias, con la intención de recabar información, a nivel individual o colectivo, para intentar mejorar el funcionamiento de una organización o de cualquier grupo formado por seres humanos.”

**([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))**

### **5.3 Marco Espacial**

La investigación se realizará en las instalaciones de la empresa Cilindros Nacionales, C. x A. Aut. 30 de Mayo Km.12, Haina, Santo Domingo.

### **5.4 Marco Temporal**

La investigación se realizará en el periodo Mayo- Agosto del 2012.

## **6.0 METODOLOGIA OPERATIVA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO**

## **Tipo de Investigación**

La metodología a seguir en este trabajo de Grado dependerá del conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera profesional. El tipo de método que utilizaremos es la investigación descriptiva, en la planta de producción de la empresa **Cilindros Nacionales**, ya que esta es la que se adapta a nuestro trabajo de estudio. Se procederá a hacer un análisis de la información recopilada y su posterior organización.

La investigación descriptiva, también conocida como la investigación estadística, describe los datos y características de la población o fenómeno en estudio. La descripción se utiliza para frecuencias, promedios y otros cálculos estadísticos.

## **Método de investigación**

El tipo de método que utilizaremos es el método inductivo-deductivo.

El método inductivo es un método científico que obtiene conclusiones, generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, que se caracteriza por cuatro etapas básicas: la observación y registro de todos los hechos; el análisis y la clasificación de los hechos; la desviación inductiva de una generalización a partir de los hechos; y la contrastación.

Las fuentes documentales que se utilizarán, son un estudio que se realizará en particular para desarrollar un extracto de información

agrupada desde distintas fuentes de información existentes en la actualidad. Entre estos se encuentran algunos textos, Internet y libros obtenidos por la Internet sobre Gestión Eficiente de la Energía y las características y funcionalidades de la misma.

Los métodos a utilizar en nuestra investigación, serán:

- Descriptivo: reflejara y especifica de forma minuciosa las características en el Área de producción.
- Observacional: consiste observar las características de rutina en la en el Área de producción.
- Nuestra investigación estará apoyada bajo la ISO 50000:2012 como referencia para la ejecución del sistema de gestión del uso eficiente de la energía.
- Método deductivo: Se parte de lo general a lo particular, se busca la primicia dentro de lo general.

## **6.1      TECNICAS A UTILIZAR EN EL DESARROLLO**

### **METODOLOGICO DEL TRABAJO**

Para recopilar esta información se usarán diversas técnicas enfocadas a determinar las variables que están involucradas en la problemática en el campo de investigación. Usando la investigación en medios

electrónicos (Internet, enciclopedias electrónicas), documentación técnica sobre Gestión Eficiente de la Energía.

Por ultimo se utilizarán información de revistas tecnológicas, libros, hojas técnicas, y artículos de periódicos con fines de investigación científica, para tomar opiniones imparciales y artículos que ayuden al mejor análisis de la información acerca de los sistemas de gestión eficiente de la energía.

Las técnicas metodológicas a utilizar en el desarrollo del trabajo de grado, serán:

- La entrevista.
- El cuestionario.
- Observación directa no participante.
- Consulta bibliográfica.
- Consulta a experto.

Se realizarán encuestas a los supervisores directos de las líneas y a los operarios ya que ellos poseen más conocimientos sobre cada línea de producción.

La metodología constara:



1. Diagnostico de la situación actual de la organización, mediante la entrevista, observación y la revisión de documentos existente.
2. Encuestas a directores y personal del departamento de producción de la fábrica.
3. Capturar de forma separadas las encuestas hechas a los directores y personal del departamento de producción con el objetivo de determinar diferencias en el conocimiento e integración en el Área.
4. Definir las parte a monitorear una vez que estén trazados los procesos en el diseño de gestión del uso eficiente de la energía.

Proponer el diseño de sistema de gestión del uso eficiente de la energía demandado por la organización

**Se seguirán los siguientes pasos:**

1. Se analizará toda la documentación recopilada para luego ser presentada de forma optimizada.
2. Se aplicarán los conocimientos recopilados sobre los sistemas de Gestión Eficiente de la Energía en el área de producción de la empresa Cilindros Nacionales para diseñar dicho sistema.

3. Se verificará el cumplimiento de los objetivos planteados.
4. Se hará la implementación del sistema de gestión eficiente de la energía en los diferentes niveles de la empresa y los procesos de producción.
5. Se realizaran las pruebas de lugar.

## **7.0 ESQUEMA DEL CONTENIDO CON EL POSIBLE INDICE TEMÁTICO DEL TRABAJO**

- **Dedicatorias.**
- **Agradecimientos.**
- **Índice Temático**
- **Introducción**

### **Capítulo I: Cilindros Nacionales**

- 1.1 Historia de la Empresa.
- 1.2 Políticas, Visión, Misión y Objetivos.
- 1.3 Tipo de empresa.

#### 1.4 Estructura (Organigrama).

### **Capítulo II: Marco Teórico.**

#### 2.1 Definición.

2.2 Control de la cantidad de energía consumida en cada proceso.

2.3 Gestión de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la organización.

2.5 Administración del flujo de información.

2.6 Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible.

2.7 Ventajas y Beneficios de los Sistemas de Gestión de la Energía

2.8 Procedimiento para el diseño del sistema de gestión eficiente de la energía.

2.9 Revisión crítica de los estudios sobre la gestión de la energía eléctrica.

2.10 características del sistema de gestión de la energía eléctrica.

### **Capítulo III: Detalle del área de producción de la empresa Cilindros Nacionales para la el diseño del sistema de Gestión eficiente de la energía.**

3.1 Manejo de materiales y materia primas.

3.2 Áreas de corte.

3.3 Área de calidad.

3.4 Área de soldadura.

3.5 Horno.

3.6 Área de pintura.

- **Recomendaciones**
- **Conclusiones**
- **Referencias**
- **Anexos**

### **7.0 FUENTE DE DOCUMENTACIÓN**

**7.1 Para el presente Proyecto.**

**7.1.1 Fuentes primarias**

Las fuentes primarias están constituidas por las personas que están vinculadas directamente con el área de producción, gerentes, supervisores y operarios, a los cuales serán entrevistados, mediante un cuestionario estructurado de preguntas de selección múltiples y algunas abiertas para que puedan informar sobre el desarrollo del problema.

### **7.1.2 Fuentes secundarias**

Los libros, enciclopedia, revistas, periódicos, documentos de la empresa.

## **7.2 Para el Trabajo de Grado (Bibliografía Inicial)**

- 1-** Sancho García, José "Gestión de la Energía", UPV (Universidad Tecnológica de Valencia), 2006
- 2-** H. Eccleston, Charles, "Inside Energy: Developing and Managing an ISO 50001 Energy Management System.", CRC Press, 2012
- 3-** Ferney Moreno, Luis "Regulación Internacional de Las Energías Renovables y de la Eficiencia Energética." Universidad Externado de Colombia.
- 4-** Russell, Christopher "Managing Energy from the Top Down: Connecting Industrial Energy Efficiency to business performance", Fairmont Press, 2010

- 5-** SAMPIERI R, HERNÁNDEZ J (2003). Metodología de la Investigación.  
Editorial Mc Graw Hill México.
- 6-** Preparación y evaluación de proyectos " Mac Graw Hill", Nazir Sapag  
Chain –Reynaldo Sapag Chain.
- 7-** Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño de trabajo,  
Mc Graw Hill México 12va Edición, Benjamín W. Niebel y Andris  
Freivaldf.

### **Páginas web**

- 1- [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy.pdf)
- 2- <http://www.youtube.com/watch?v=DQnjPLpbMJA>
- 3- <http://www.copant.org/documents/18/50657/2011-06-08>
- 4- [http://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/iso-50001-conozca-la-nueva-norma-de-gestion-de-energia.](http://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/iso-50001-conozca-la-nueva-norma-de-gestion-de-energia)
- 5- [http://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/iso-50001-conozca-la-nueva-norma-de-gestion-de-energia.](http://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/iso-50001-conozca-la-nueva-norma-de-gestion-de-energia)

# **ANEXO DE TABLAS**

**Tabla 1** Capacidad instalada por planta por empresa de Dic-07.  
Fuente: Informes de Operaciones Organismo Coordinador

| EgeHaina           | Tipo Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|--------------------|------------------|---------------------------|-------|
| Haina I            | Fuel Oil No. 6   | 54,0                      | Sur   |
| Haina II           | Fuel Oil No. 6   | 54,0                      | Sur   |
| Barahona Carbón    | Carbón           | 53,6                      | Sur   |
| Haina IV           | Fuel Oil No. 6   | 84,9                      | Sur   |
| Mitsubishi (SPM 1) | Fuel Oil No. 6   | 33,0                      | Este  |
| Pto Plata I        | Fuel Oil No. 6   | 27,6                      | Norte |
| Pto Plata II       | Fuel Oil No. 6   | 39,0                      | Norte |
| Haina (TG)         | Fuel Oil No. 2   | 100,0                     | Sur   |
| Barahona (TG)      | Fuel Oil No. 2   | 32,1                      | Sur   |
| San Pedro (TG)     | Fuel Oil No. 2   | 32,1                      | Este  |
| Sultana del Este   | Fuel Oil No. 6   | 153,0                     | Este  |
| Manzanillo III     | Fuel Oil No. 2   | 0,0                       | Norte |
| <b>Total Haina</b> |                  | <b>663,3</b>              |       |

| EgeItabo           | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|--------------------|---------------------|---------------------------|-------|
| Itabo I            | Carbón              | 128,0                     | Sur   |
| Itabo II           | Carbón              | 132,0                     | Sur   |
| Higuamo I          | Fuel Oil No. 6      | 34,5                      | Este  |
| Higuamo II         | Fuel Oil No. 6      | 34,5                      | Este  |
| Itabo I TG         | Fuel Oil No. 2      | 34,5                      | Sur   |
| Itabo II TG        | Fuel Oil No. 2      | 34,5                      | Sur   |
| Itabo III TG       | Fuel Oil No. 2      | 34,5                      | Sur   |
| Falcon I           | Fuel Oil No. 6      | 66,0                      | Norte |
| Falcon II          | Fuel Oil No. 6      | 66,0                      | Norte |
| Falcon III         | Fuel Oil No. 6      | 66,0                      | Norte |
| <b>Total ITABO</b> |                     | <b>630,5</b>              |       |



| Hidroeléctricas              | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|------------------------------|---------------------|---------------------------|-------|
| Tavera I                     | Agua                | 48,0                      | Norte |
| Tavera II                    | Agua                | 48,0                      | Norte |
| Jigüey I                     | Agua                | 49,0                      | Sur   |
| Jigüey II                    | Agua                | 49,0                      | Sur   |
| Aguacate I                   | Agua                | 26,0                      | Sur   |
| Aguacate II                  | Agua                | 26,0                      | Sur   |
| Valdesia I                   | Agua                | 27,0                      | Sur   |
| Valdesia II                  | Agua                | 27,0                      | Sur   |
| R.Bco I                      | Agua                | 12,5                      | Norte |
| R.Bco II                     | Agua                | 12,5                      | Norte |
| Lopez Angostura              | Agua                | 18,4                      | Norte |
| Monción I                    | Agua                | 26,0                      | Sur   |
| Monción II                   | Agua                | 26,0                      | Sur   |
| C.E.Monción I                | Agua                | 1,6                       | Norte |
| C.E.Monción II               | Agua                | 1,6                       | Norte |
| Baiguaque I                  | Agua                | 0,6                       | Sur   |
| Baiguaque II                 | Agua                | 0,6                       | Sur   |
| Rincon                       | Agua                | 10,1                      | Norte |
| Hatillo                      | Agua                | 8,0                       | Norte |
| Jimenoa                      | Agua                | 8,4                       | Norte |
| El Salto                     | Agua                | 0,7                       | Sur   |
| Aniana Vargas I              | Agua                | 0,3                       | Norte |
| Aniana Vargas II             | Agua                | 0,3                       | Norte |
| Domingo Rodríguez I          | Agua                | 2,0                       | Sur   |
| Domingo Rodríguez II         | Agua                | 2,0                       | Sur   |
| Nizao Najayo                 | Agua                | 0,3                       | Sur   |
| Los Anones                   | Agua                | 0,1                       | Sur   |
| Sabana Y.                    | Agua                | 12,8                      | Sur   |
| Sabaneta                     | Agua                | 6,3                       | Sur   |
| Las Damas                    | Agua                | 7,5                       | Sur   |
| Los Toros I                  | Agua                | 4,9                       | Sur   |
| Los Toros II                 | Agua                | 4,9                       | Sur   |
| Rosa Julia de la Cruz        | Agua                | 0,9                       | Norte |
| <b>Total Hidroeléctricas</b> |                     | <b>469,3</b>              |       |

| IPPs               | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|--------------------|---------------------|---------------------------|-------|
| Smith              | Fuel Oil No.6 y 2   | 185,0                     | Norte |
| Montecristi        | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Norte |
| A. Barril          | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Norte |
| La Isabela         | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Norte |
| Dajabon            | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Norte |
| Dies. Pimentel     | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Norte |
| S.G. de Boyá       | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Este  |
| Yamasá             | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Este  |
| Oviedo             | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Sur   |
| Sabana de la Mar   | Fuel Oil No. 2      | 0,0                       | Sur   |
| CESPM - I          | Fuel Oil No. 2      | 100,0                     | Este  |
| CESPM - II         | Fuel Oil No. 2      | 100,0                     | Este  |
| CESPM - III        | Fuel Oil No. 2      | 100,0                     | Este  |
| <b>Total IPP's</b> |                     | <b>485,0</b>              |       |

| Unión Fenosa       | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|--------------------|---------------------|---------------------------|-------|
| Palamara           | Fuel Oil No. 6      | 107,0                     | Norte |
| La Vega            | Fuel Oil No 6       | 87,5                      | Norte |
| Total Unión Fenosa |                     | <b>194,5</b>              |       |

| CEPP       | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|------------|---------------------|---------------------------|-------|
| CEPP-I     | Fuel Oil No 6       | 18,7                      | Norte |
| CEPP-II    | Fuel Oil No 6       | 58,1                      | Norte |
| Total CEPP |                     | <b>76,80</b>              |       |

| Transcontinental Capital Corp.      | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------------|------|
| Seaboard EDM                        | Fuel Oil No 6       | 73,3                      | Sur  |
| Seaboard EDN                        | Fuel Oil No 6       | 43,0                      | Sur  |
| Total ranscontinental Capital Corp. |                     | <b>116,3</b>              | Sur  |

| MONTERIO  | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA |
|-----------|---------------------|---------------------------|------|
| Monte Río | Fuel Oil No 6       | <b>100,0</b>              | Sur  |

| AES         | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA |
|-------------|---------------------|---------------------------|------|
| AES Andres  | Gas Natural         | 319,0                     | Este |
| Los Mina V  | Gas Natural         | 118,0                     | Este |
| Los Mina VI | Gas Natural         | 118,0                     | Este |
| Total AES   |                     | <b>555,0</b>              |      |

| METALDOM | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA |
|----------|---------------------|---------------------------|------|
| Metaldom | Fuel Oil No. 6      | 42,0                      | Sur  |

| LAESA    | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA  |
|----------|---------------------|---------------------------|-------|
| PIMENTEL | Fuel Oil No. 6      | 31,4                      | Norte |

| LAESA | Tipo de Combustible | Capacidad Instalada<br>MW | ZONA |
|-------|---------------------|---------------------------|------|
| MAXON | Fuel Oil No. 2      | 30,0                      | Sur  |

|                            |  |                |  |
|----------------------------|--|----------------|--|
| Total Instalado por Planta |  | <b>3.394,1</b> |  |
|----------------------------|--|----------------|--|

**Tabla 2** Análisis de consumo y costo operativo. Fuente: Elaboración propia.

| OFICINA                                | CAPACIDAD BTU | CONSUMO | CANTIDAD                          | ERR             | CAPACIDAD NOMINAL Ton  | Potencia KW            | Factor de Variabilidad     | HORAS DE OPERACION/día      | DIAS DE OPERACION/ Mensual | HORAS DE OPERACION/Me nsual | ENERGIA TOTAL USADA KWh | COSTO OPERATIVO TOTALES |
|----------------------------------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                                      | 12000         | 8.1AMP  | 1                                 | 10.7            | 1.00                   | 1.12                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 278.13                  | DOP 3,165.40            |
| 2                                      | 12000         | 8.1AMP  | 1                                 | 10.7            | 1.00                   | 1.12                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 278.13                  | DOP 3,165.40            |
| 3                                      | 18000         | 9.6AMP  | 1                                 | 10.2            | 1.50                   | 1.76                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 437.65                  | DOP 4,980.84            |
| 4                                      | 18000         | 9.6AMP  | 1                                 | 10.2            | 1.50                   | 1.76                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 437.65                  | DOP 4,980.84            |
| 5                                      | 18000         | 9.6AMP  | 1                                 | 10.2            | 1.50                   | 1.76                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 437.65                  | DOP 4,980.84            |
| 6                                      | 18000         | 9.6AMP  | 1                                 | 10.2            | 1.50                   | 1.76                   | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 437.65                  | DOP 4,980.84            |
|                                        |               |         |                                   |                 |                        |                        |                            |                             |                            |                             | 2,306.85                | DOP 26,254.16           |
| Iluminación                            |               |         | # de luminarias parecidas         | Lamp/Luminarias | Balastros              | Potencia (watt)        | Factor de Variabilidad     | HORAS DE OPERACION/día      | DIAS DE OPERACION/Me nsual | HORAS DE OPERACION/Me nsual | ENERGIA TOTAL USADA KWh | COSTO OPERATIVO TOTALES |
| Lámp Fluorescente tipo kobra 150 watt  |               |         | 4                                 | 1               | 0                      | 150                    | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 148.80                  | DOP 1,693.49            |
| Lámp incandescente 96 watt             |               |         | 4                                 | 1               | 0                      | 96                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 95.23                   | DOP 1,083.83            |
| Lámp 40 watt 2 tubos                   |               |         | 16                                | 2               | 1                      | 40                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 396.80                  | DOP 4,515.96            |
| Lámp 40 watt 4 tubos                   |               |         | 11                                | 4               | 2                      | 40                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 545.60                  | DOP 6,209.45            |
| B. Bajo consumo 27 watt                |               |         | 7                                 | 1               |                        | 27                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 46.87                   | DOP 533.45              |
| B. Incandescente 40 watt               |               |         | 7                                 | 1               |                        | 40                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 69.44                   | DOP 790.29              |
| B. Incandescente 60 watt               |               |         | 1                                 | 1               |                        | 60                     | 100%                       | 8                           | 31                         | 248                         | 14.88                   | DOP 169.35              |
|                                        |               |         |                                   |                 |                        |                        |                            |                             |                            |                             | 1,317.62                | DOP 14,995.82           |
| Equipos de Cómputos                    |               |         | Cantidad Equivalente PC + Printer | Potencia (watt) | Factor de Variabilidad | HORAS DE OPERACION/día | DIAS DE OPERACION/Me nsual | HORAS DE OPERACION/Me nsual | ENERGIA TOTAL USADA KWh    | COSTO OPERATIVO TOTALES     |                         |                         |
| Monitor omega 17 watt                  |               |         | 2                                 | 17              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 8.43                       | DOP 95.96                   |                         |                         |
| Monitor Dell 17 watt                   |               |         | 3                                 | 17              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 12.65                      | DOP 143.95                  |                         |                         |
| Monitor COMPAQ 40watt                  |               |         | 2                                 | 40              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 19.84                      | DOP 225.80                  |                         |                         |
| Monitor HP 40 watt                     |               |         | 1                                 | 40              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 9.92                       | DOP 112.90                  |                         |                         |
| Monitor Acer 48 watt                   |               |         | 1                                 | 48              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 11.90                      | DOP 135.48                  |                         |                         |
| Monitor Dell CRT 80 watt               |               |         | 1                                 | 80              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 19.84                      | DOP 225.80                  |                         |                         |
| Printer EPSON 53 watt                  |               |         | 2                                 | 53              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 26.29                      | DOP 299.18                  |                         |                         |
| Printer HP 20 watt                     |               |         | 1                                 | 20              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 4.96                       | DOP 56.45                   |                         |                         |
| Printer Multifuncional Ricoh 635 watt  |               |         | 1                                 | 635             | 75%                    | 8                      | 31                         | 248                         | 118.11                     | DOP 1,344.20                |                         |                         |
| Printer HP 20 watt                     |               |         | 1                                 | 20              | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 4.96                       | DOP 56.45                   |                         |                         |
| Ptinter Multifuncional Brother 600watt |               |         | 1                                 | 600             | 75%                    | 8                      | 31                         | 248                         | 111.60                     | DOP 1,270.11                |                         |                         |
| UPS 460 watt                           |               |         | 1                                 | 460             | 100%                   | 8                      | 31                         | 248                         | 114.08                     | DOP 1,298.34                |                         |                         |
|                                        |               |         |                                   |                 |                        |                        |                            |                             | 462.58                     | DOP 5,264.63                |                         |                         |

| MOTORES ELECTRICOS | CANTIDAD DE MOTORES | Gasto Energia (Kw) | FACTOR DE VARIBILIDAD | HORAS DE OPERACION DIA/SEM | HORAS DE OPERACION SABADOS | DIAS DE OEPRACION/ MENSUAL              | ENERGIA TOTAL USADA KWh | COSTO OPERATIVOS TOTALES  |
|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Desvanador         | 1                   | 2.63               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 324.38                  | 3,691.74                  |
| Alimentador        | 2                   | 8.78               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 1,081.26                | 12,305.79                 |
| Cizalla            | 2                   | 5.27               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 648.76                  | 7,383.47                  |
| Prensa             | 6                   | 15.80              | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 1,946.27                | 22,150.42                 |
| Embutidora         | 2                   | 5.27               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 648.76                  | 7,383.47                  |
| Bordonadora        | 2                   | 5.27               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 648.76                  | 7,383.47                  |
| Soldadora          | 16                  | 42.13              | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 5,190.05                | 59,067.78                 |
| Cilindradora       | 2                   | 5.27               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 648.76                  | 7,383.47                  |
| Horno              | 2                   | 5.27               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 648.76                  | 7,383.47                  |
| Grallanadora       | 1                   | 2.63               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 324.38                  | 3,691.74                  |
| Camara pintura     | 1                   | 2.63               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 324.38                  | 3,691.74                  |
| Valvuladora        | 1                   | 2.63               | 0.70                  | 8                          | 4                          | 31                                      | 324.38                  | 3,691.74                  |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            |                                         | 12,758.88               | 145,208.29                |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            | Cargas Varias                           | Energía total usadaKWh  | Costos Operativos totales |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            | Pérdidas por BFP y Equipos no auditados | 4,154.06                | 47,277                    |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            |                                         | 4,154.06                | 47,277                    |
|                    |                     |                    |                       |                            | Balance Energía            |                                         | 21,000.00               | DOP 239,000.07            |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            |                                         |                         |                           |
| 0.999999895        | RD\$                | 11.38              | RD\$/KWh              | Facturación mensual        |                            | 21,000.00                               | DOP                     | 239,000.10                |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            | Diferencia                              | 0.00                    | DOP (0.03)                |
|                    |                     |                    |                       |                            |                            |                                         |                         | 3,701.60                  |

**Tabla 3** Análisis de ahorros en consumo y costo operativo. Fuente: Elaboración propia.

| OFICINA | CAPACIDAD BTU | CONSUMO | CANTIDAD | ERR  | CAPACIDAD NOMINAL Ton | Potencia KW | Factor de Variabilidad | HORAS DE OPERACION/día | DIAS DE OPERACION/Mensual | HORAS DE OPERACION/Mensual | ENERGIA TOTAL USADA KWh | Ahorro kwh | Ahorro RD\$ | COSTO OPERATIVO TOTALES | 12% Ahorro por ajuste temp del cuarto a enfriar |
|---------|---------------|---------|----------|------|-----------------------|-------------|------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|------------|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| 1       | 12000         | 8.1AMP  | 1        | 10.7 | 1.00                  | 1.12        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 244.76                  | 33.38      | 379.85      | DOP 2,785.55            | 0.88                                            |
| 2       | 12000         | 8.1AMP  | 1        | 10.7 | 1.00                  | 1.12        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 244.76                  | 33.38      | 379.85      | DOP 2,785.55            | 0.88                                            |
| 3       | 18000         | 9.6AMP  | 1        | 10.2 | 1.50                  | 1.76        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 385.13                  | 52.52      | 597.70      | DOP 4,383.14            | 0.88                                            |
| 4       | 18000         | 9.6AMP  | 1        | 10.2 | 1.50                  | 1.76        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 385.13                  | 52.52      | 597.70      | DOP 4,383.14            | 0.88                                            |
| 5       | 18000         | 9.6AMP  | 1        | 10.2 | 1.50                  | 1.76        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 385.13                  | 52.52      | 597.70      | DOP 4,383.14            | 0.88                                            |
| 6       | 18000         | 9.6AMP  | 1        | 10.2 | 1.50                  | 1.76        | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 385.13                  | 52.52      | 597.70      | DOP 4,383.14            | 0.88                                            |
|         |               |         |          |      |                       |             |                        |                        |                           |                            | 2,030.03                | 276.82     | 3,150.50    | DOP 23,103.66           | 0.88                                            |

| Ahorros |           |              |
|---------|-----------|--------------|
| DOP     | 19,953.16 | 1,753.21 KWh |
| 86%     |           |              |

| Iluminación                           | # de luminarias parecidas | Lamp/Luminarias | Balastros | Potencia (watt) | Factor de Variabilidad | HORAS DE OPERACION/día | DIAS DE OPERACION/Mensual | HORAS DE OPERACION/Mensual | ENERGIA TOTAL USADA KWh | Ahorro kwh | Ahorro RD\$ | COSTO OPERATIVO TOTALES | Compra de tubos Fluorescentes DOP |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|-----------------|------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Lámp Fluorescente tipo kobra 150 watt | 4                         | 1               | 0         | 150             | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 148.80                  | 0.00       | -           | DOP 1,693.49            |                                   |
| Lámp incandescente 96 watt            | 4                         | 1               | 0         | 18              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 17.86                   | 77.38      | 880.61      | DOP 203.22              | DOP 528.22                        |
| Lámp 40 watt 2 tubos                  | 16                        | 2               | 1         | 24              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 269.82                  | 126.98     | 1,445.11    | DOP 3,070.86            | DOP 4,225.76                      |
| Lámp 40 watt 4 tubos                  | 11                        | 4               | 2         | 24              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 371.01                  | 174.59     | 1,987.02    | DOP 4,222.43            | DOP 5,810.42                      |
| B. Bajo consumo 27 watt               | 7                         | 1               |           | 27              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 46.87                   | 0.00       | -           | DOP 533.45              |                                   |
| B. Incandescente 40 watt              | 7                         | 1               |           | 15              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 26.04                   | 43.40      | 493.93      | DOP 296.36              | DOP 924.39                        |
| B. Incandescente 60 watt              | 1                         | 1               |           | 18              | 100%                   | 8                      | 31                        | 248                        | 4.46                    | 10.42      | 118.54      | DOP 50.80               | DOP 132.06                        |
|                                       |                           |                 |           |                 |                        |                        |                           |                            | 884.86                  | 432.76     | 4,925.22    | DOP 10,070.60           | DOP 11,620.84                     |

| Ahorros      |        |       |
|--------------|--------|-------|
| 4,925.22 DOP | 432.76 | KWh   |
| Payback      | 2.36   | meses |

| Equipos de Cómputos                    | Cantidad<br>Equivalente PC +<br>Printer | Potencia (watt) | Factor de<br>Variabilidad | HORAS DE<br>OPERACION/día | DIAS DE<br>OPERACION/Me<br>nsual | HORAS DE<br>OPERACION/Me<br>nsual | ENERGIA TOTAL<br>USADA KWh | Ahorro kwh | Ahorro RD\$ | COSTO OPERATIVO<br>TOTALES | 20 % Ahorro por ajuste DE<br>PANTALLA |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|-------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Monitor omega 17 watt                  | 2                                       | 17              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 6.75                       | 1.69       | 19.19       | DOP 76.77                  | 0.2                                   |
| Monitor Dell 17 watt                   | 3                                       | 17              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 10.12                      | 2.53       | 28.79       | DOP 115.16                 | 0.2                                   |
| Monitor COMPAQ 40watt                  | 2                                       | 40              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 15.87                      | 3.97       | 45.16       | DOP 180.64                 | 0.2                                   |
| Monitor HP 40 watt                     | 1                                       | 40              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 7.94                       | 1.98       | 22.58       | DOP 90.32                  | 0.2                                   |
| Monitor Acer 48 watt                   | 1                                       | 48              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 9.52                       | 2.38       | 27.10       | DOP 108.38                 | 0.2                                   |
| Monitor Dell CRT 80 watt               | 1                                       | 80              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 15.87                      | 3.97       | 45.16       | DOP 180.64                 | 0.2                                   |
| Printer EPSON 53 watt                  | 2                                       | 53              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 26.29                      | -          | 0.00        | DOP 299.18                 |                                       |
| Printer HP 20 watt                     | 1                                       | 20              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 4.96                       | -          | 0.00        | DOP 56.45                  |                                       |
| Printer Multifuncional Ricoh 635 watt  | 1                                       | 635             | 75%                       | 8                         | 31                               | 248                               | 118.11                     | -          | 0.00        | DOP 1,344.20               |                                       |
| Printer HP 20 watt                     | 1                                       | 20              | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 4.96                       | -          | 0.00        | DOP 56.45                  |                                       |
| Ptinter Multifuncional Brother 600watt | 1                                       | 600             | 75%                       | 8                         | 31                               | 248                               | 111.60                     | -          | 0.00        | DOP 1,270.11               |                                       |
| UPS 460 watt                           | 1                                       | 460             | 100%                      | 8                         | 31                               | 248                               | 114.08                     | -          | 0.00        | DOP 1,298.34               |                                       |
|                                        |                                         |                 |                           |                           |                                  |                                   | 446.07                     | 16.52      | 187.98      | DOP 5,076.65               |                                       |
|                                        |                                         |                 |                           |                           |                                  |                                   | <b>Ahorros</b>             |            |             |                            |                                       |
|                                        |                                         |                 |                           |                           |                                  |                                   | 4,888.67 DOP               | 429.55     | KWh         |                            |                                       |
|                                        |                                         |                 |                           |                           |                                  |                                   | Payback                    | 0.00       | meses       |                            |                                       |

| MOTORES ELECTRICOS | CANTIDAD DE<br>MOTORES | FACTOR DE<br>VARIBILIDAD | HORAS DE<br>OPERACION<br>DIA/SEM | HORAS DE<br>OPERACION<br>SABADOS | DIAS DE OEPRACION/<br>MENSUAL | ENERGIA TOTAL USADA<br>KWh | COSTO<br>OPERATIVOS<br>TOTALES |
|--------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Desvanador         | 1                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 324.38                     | 3,691.74                       |
| Alimentador        | 1                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 540.63                     | 6,152.89                       |
| Cizalla            | 2                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 648.76                     | 7,383.47                       |
| Prensa             | 3                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 973.14                     | 11,075.21                      |
| Embutidora         | 2                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 648.76                     | 7,383.47                       |
| Bordonadora        | 2                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 648.76                     | 7,383.47                       |
| Soldadora          | 6                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 1,946.27                   | 22,150.42                      |
| Cilindradora       | 2                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 648.76                     | 7,383.47                       |
| Horno              | 2                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 648.76                     | 7,383.47                       |
| Grallanadora       | 1                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 324.38                     | 3,691.74                       |
| Camara pintura     | 1                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 324.38                     | 3,691.74                       |
| Valvuladora        | 1                      | 1.15                     | 8                                | 4                                | 31                            | 324.38                     | 3,691.74                       |
|                    |                        |                          |                                  |                                  |                               | 8,001.33                   | 91,062.82                      |

| Ahorros   |          |     |
|-----------|----------|-----|
| 54,145.46 | 4,757.55 | KWh |
| 59%       |          |     |

|             |         |          |                     | Cargas Varias        | Energia total usadaKWh | Costos Operativos<br>totales |
|-------------|---------|----------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|
|             |         |          |                     | Equipos no auditados | 1,196.28               | 10,440                       |
|             |         |          |                     |                      | 1,196.28               | 10,440                       |
|             |         |          |                     | Balance Energía      | 17,439.11              | DOP 195,299.26               |
| 0.830433904 | 11.38 € | RD\$/KWh | Facturación mensual |                      | 21,000.00              | DOP 239,000.10               |
|             |         |          |                     |                      |                        |                              |
|             |         |          |                     | Diferencia           | 3,560.89               | DOP 43,700.84                |

| Reducción de Emisión de CO2 por Ajuste de Temp A/A | Factor de Emisión de RD = 0.732 Kg/KWh | Reducción de Emisión de CO2 por luminarias | Factor de Emisión de RD = 0.732Kg/KWh | Reducción de Emisión de CO2 por Ajuste de pantalla | Factor de Emisión de RD = 0.732Kg/KWh |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Cantidad de CO2 evitado Kg/KWh                     |                                        | Cantidad de CO2 evitado                    |                                       | Cantidad de CO2 evitado                            |                                       |
| Producido                                          | 0.732                                  | Kg/KWh Producido                           | 0.732                                 | Kg/KWh Producido                                   | 0.732                                 |
| Reducción Energía Generada/día                     |                                        | Reducción Energía                          |                                       | Reducción Energía                                  |                                       |
| (KWh)/día                                          | 4.80                                   | Generada/día (KWh)/día                     | 1.19                                  | Generada/día (KWh)/día                             | 1.18                                  |
| Emisiones Evitadas de CO2/día                      |                                        | Emisiones Evitadas de                      |                                       | Emisiones Evitadas de                              |                                       |
| (Kg)                                               | 3.51                                   | CO2/día (Kg)                               | 0.87                                  | CO2/día (Kg)                                       | 0.86                                  |
| Días por mes                                       | 31                                     | Días por Mes                               | 31                                    | Días por Ms                                        | 31                                    |
| <b>Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg)</b>          | <b>109</b>                             | <b>Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg)</b>  | <b>26.90</b>                          | <b>Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg)</b>          | <b>26.78</b>                          |

| Reducción de Emisión de CO2 por Reingeniería del proceso | Factor de Emisión de RD = 0.732Kg/KWh |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Cantidad de CO2 evitado                                  |                                       |
| Kg/KWh Producido                                         | 0.732                                 |
| Reducción Energía                                        |                                       |
| Generada/día (KWh)/día                                   | 10.14                                 |
| Emisiones Evitadas de                                    |                                       |
| CO2/día (Kg)                                             | 7.42                                  |
| Días por Año                                             | 31                                    |
| <b>Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Ton)</b>               | <b>230.10</b>                         |

**Tabla 4** Emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia



**Tabla 5** Análisis de consumo y costo operativo (Motores eléctricos). Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | #  | HP Motor | Motor       | Consumo    | Factor de Variabilidad | Hrs Ope | Sabado | Kw/HP | Eff  | Gasto Energia (Kw) | Kwh       | Costo Prom energia (RD\$/Kwh) | Costo Energia (RD\$) |
|----------------|----|----------|-------------|------------|------------------------|---------|--------|-------|------|--------------------|-----------|-------------------------------|----------------------|
| Desvanador     | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (5,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38    | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Alimentador    | 2  | 10       | 3 HP, 220 V | (4,5) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 8.78               | 1,081.26  | 11.38                         | \$ 12,305.79         |
| Cizalla        | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (3,2) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76    | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Prensa         | 6  | 18       | 3 HP, 480 V | (4) Amp.   | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 15.80              | 1,946.27  | 11.38                         | \$ 22,150.42         |
| Embutidora     | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (2,5) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76    | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Bordonadora    | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,8) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76    | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Soldadora      | 16 | 48       | 3 HP, 380 V | (5,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 42.13              | 5,190.05  | 11.38                         | \$ 59,067.78         |
| Cilindradora   | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76    | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Hono           | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76    | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Grallanadora   | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (4,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38    | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Camara pintura | 1  | 3        | 3 HP, 220 V | (1,2) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38    | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Valvuladora    | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (3,4) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38    | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
|                |    |          |             |            |                        |         |        |       |      |                    | 12,758.88 |                               | \$ 145,208.29        |

**Tabla 6** Análisis de ahorros en consumo y costo operativo (Motores Eléctricos). Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | #  | HP Motor | Motor       | Consumo    | Factor de Variabilidad | Hrs Ope | Sabado | Kw/HP | Eff  | Gasto Energía (Kw) | Kwh      | Costo Prom energía (RD\$/Kwh) | Costo Energía (RD\$) |
|----------------|----|----------|-------------|------------|------------------------|---------|--------|-------|------|--------------------|----------|-------------------------------|----------------------|
| Desvanador     | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (5,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38   | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Alimentador    | 1  | 5        | 3 HP, 220 V | (4,5) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 4.39               | 540.63   | 11.38                         | \$ 6,152.89          |
| Cizalla        | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (3,2) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76   | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Prensa         | 3  | 9        | 3 HP, 480 V | (4) Amp.   | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 7.90               | 973.14   | 11.38                         | \$ 11,075.21         |
| Embutidora     | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (2,5) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76   | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Bordonadora    | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,8) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76   | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Soldadora      | 6  | 18       | 3 HP, 380 V | (5,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 15.80              | 1,946.27 | 11.38                         | \$ 22,150.42         |
| Cilindradora   | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76   | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Hono           | 2  | 6        | 3 HP, 480 V | (1,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 5.27               | 648.76   | 11.38                         | \$ 7,383.47          |
| Grallanadora   | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (4,6) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38   | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Camara pintura | 1  | 3        | 3 HP, 220 V | (1,2) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38   | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
| Valvuladora    | 1  | 3        | 3 HP, 480 V | (3,4) Amp. | 0.70                   | 8       | 4      | 0.746 | 0.85 | 2.63               | 324.38   | 11.38                         | \$ 3,691.74          |
|                | 24 |          |             |            |                        |         |        |       |      |                    |          |                               |                      |
|                |    |          |             |            |                        |         |        |       |      |                    | 8,001.33 |                               | \$ 91,062.82         |

**Tabla 1.1** Dimensiones cilindros para gas. Fuente: Proporcionado por la empresa.

| <b>Tipo de recipiente</b>  | <b>Dimensión (Altura)</b> | <b>Dimensión (Ancho)</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Cilindro de 100 lb.</b> | 48" (Pulgadas)            | 14.5" (Diámetro)         |
| <b>Cilindro de 50 lb.</b>  | 29" (Pulgadas)            | 12.5" (Diámetro)         |
| <b>Cilindro de 25 lb.</b>  | 24" (Pulgadas)            | 12.5" (Diámetro)         |

**Tabla 1.2** Producción por tipo de cilindro del año 2011. Fuente: Proporcionado por la empresa.

| <b>Producción/<br/>Mes</b> | <b>Capacidad</b>       | <b>Capacidad</b>      | <b>Capacidad</b>      | <b>TOTAL</b>  |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
|                            | <b>Und/100<br/>lb.</b> | <b>Und/50<br/>lb.</b> | <b>Und/25<br/>lb.</b> |               |
| <b>Enero</b>               | 109                    | 1                     | 0                     | <b>110</b>    |
| <b>Febrero</b>             | 879                    | 16                    | 452                   | <b>1,347</b>  |
| <b>Marzo</b>               | 318                    | 21                    | 3,68                  | <b>4,019</b>  |
| <b>Abril</b>               | 147                    | 303                   | 1,938                 | <b>2,388</b>  |
| <b>Mayo</b>                | 235                    | 675                   | 107                   | <b>1,017</b>  |
| <b>Junio</b>               | 101                    | 1,352                 | 1                     | <b>1,454</b>  |
| <b>Julio</b>               | 287                    | 1,418                 | 0                     | <b>1,705</b>  |
| <b>Agosto</b>              | 95                     | 5                     | 1,458                 | <b>1,558</b>  |
| <b>Septiembre</b>          | 269                    | 76                    | 1,134                 | <b>1,479</b>  |
| <b>Octubre</b>             | 0                      | 0                     | 0                     | <b>0</b>      |
| <b>Noviembre</b>           | 228                    | 497                   | 3,617                 | <b>4,342</b>  |
| <b>Diciembre</b>           | 196                    | 1                     | 713                   | <b>910</b>    |
| <b>TOTAL</b>               | <b>2,864</b>           | <b>4,365</b>          | <b>13,1</b>           | <b>20,239</b> |

**Tabla 1.3** Cantidad y tipos de máquinas. Fuente: Elaboración propia.

| <b>MAQUINAS</b>              | <b># DE MAQUINAS</b> |
|------------------------------|----------------------|
| <b>Desvanador</b>            | 1                    |
| <b>Alimentador</b>           | 1                    |
| <b>Cizalla</b>               | 2                    |
| <b>Prensa Arcada</b>         | 1                    |
| <b>Prensa Punzonadora</b>    | 3                    |
| <b>Prensa Marcado</b>        | 1                    |
| <b>Prensa Embutido</b>       | 2                    |
| <b>Prensa Plegado</b>        | 1                    |
| <b>Maq. Soldadura MIG</b>    | 3                    |
| <b>Cilindradora</b>          | 2                    |
| <b>Sold. Arco Sumergible</b> | 7                    |
| <b>Maq. Soldar Puntos</b>    | 6                    |
| <b>Horno</b>                 | 1                    |
| <b>Grallanadora</b>          | 1                    |
| <b>Peso</b>                  | 1                    |
| <b>Cámara Pintura</b>        | 1                    |
| <b>Horno Pintura</b>         | 1                    |
| <b>Valvuladora</b>           | 1                    |
| <b>Bordonadora</b>           | 2                    |

**Tabla 4.1** Consumo y Costo operativo de las maquinarias. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | # Máquinas | Consumo (KWh)    | Costo Energía (RD\$) | %           | % (KWh)/mes |
|----------------|------------|------------------|----------------------|-------------|-------------|
| Desvanador     | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Alimentador    | 2          | 1,081.26         | 12,305.79            | 8%          | 8%          |
| Cizalla        | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Prensa         | 6          | 1,946.27         | 22,150.42            | 15%         | 15%         |
| Embutidora     | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Bordonadora    | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Soldadora      | 16         | 5,190.05         | 59,067.78            | 41%         | 41%         |
| Cilindradora   | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Horno          | 2          | 648.76           | 7,383.47             | 5%          | 5%          |
| Grallanadora   | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Camara pintura | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| Valvuladora    | 1          | 324.38           | 3,691.74             | 3%          | 3%          |
| <b>TOTAL</b>   | <b>38</b>  | <b>12,758.88</b> | <b>145,208.29</b>    | <b>100%</b> | <b>100%</b> |

**Tabla 4.2** Modelo propuesto para uso de maquinarias. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo           | # de Maq. en uso actual | # de Maq. a usar propuesto | Consumo KWh actual | Consumo KWh propuesto | Costo energía actual RD\$ | Costo energía Propuesto RD\$ |
|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|
| Desvanador     | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Alimentador    | 2                       | 1                          | 1,081.26           | 540.63                | 12,305.79                 | 6,152.89                     |
| Cizalla        | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Prensa         | 6                       | 3                          | 1,946.27           | 973.14                | 22,150.42                 | 11,075.21                    |
| Embutidora     | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Bordonadora    | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Soldadora      | 16                      | 6                          | 5,190.05           | 1,946.27              | 59,067.78                 | 22,150.42                    |
| Cilindradora   | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Horno          | 2                       | 2                          | 648.76             | 648.76                | 7,383.47                  | 7,383.47                     |
| Grallanadora   | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Camara pintura | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
| Valvuladora    | 1                       | 1                          | 324.38             | 324.38                | 3,691.74                  | 3,691.74                     |
|                | 38                      | 24                         | 12,758.88          | 8,001.33              | 145,208.29                | 91,062.82                    |
|                |                         | <b>Ahorros</b>             | <b>4,757.55</b>    |                       | <b>54,145.46</b>          |                              |

**Tabla 4.3** Consumo y costo operativo de las luminarias. Fuente: Elaboración propia.

| Iluminación        | ENERGIA TOTAL<br>USADA KWh | COSTO OPERATIVO TOTALES<br>RD\$ |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Lámp Fluorescente  | 148,80                     | 1.693,49                        |
| Lámp incandescente | 95,23                      | 1.083,83                        |
| Lámp 2 tubos       | 396,80                     | 4.515,96                        |
| Lámp 4 tubos       | 545,60                     | 6.209,45                        |
| B. Bajo consumo    | 46,87                      | 533,45                          |
| B. Incandescente   | 69,44                      | 790,29                          |
| B. Incandescente   | 14,88                      | 169,35                          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>1.317,62</b>            | <b>14.995,82</b>                |

**Tabla 4.4** Inversión estimada lámparas de menor consumo. Fuente: Elaboración propia

| Iluminación                           | Pot bombillas actuales (watt) | Potencia bombillas<br>propuestas (watt) | Inversión<br>estimada RD\$ |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| Lámp Fluorescente tipo kobra 150 watt | 150                           | 150                                     |                            |
| Lámp incandescente 96 watt            | 96                            | 18                                      | 528.22                     |
| Lámp 40 watt 2 tubos                  | 40                            | 24                                      | 4225.76                    |
| Lámp 40 watt 4 tubos                  | 40                            | 24                                      | 5810.42                    |
| B. Bajo consumo 27 watt               | 27                            | 27                                      |                            |
| B. Incandescente 40 watt              | 40                            | 15                                      | 924.385                    |
| B. Incandescente 60 watt              | 60                            | 18                                      | 132.055                    |
| <b>Payback</b>                        | <b>2 meses</b>                | <b>TOTAL</b>                            | <b>11620.84</b>            |
| Ahorros mensuales RD\$                | 4,925.22                      |                                         |                            |
| inversion estimada RD\$               | 11,620.84                     |                                         |                            |

**Tabla 4.5** Consumo y costo operativo por área. Fuente: Elaboración propia.

| Consumo<br>estimado por<br>área | TOTAL<br>ENERGIA<br>USADA KWh/<br>Area | TOTAL<br>ENERGIA<br>USADA<br>KWh/MES | Cantidad<br>de<br>energía<br>(%) | Costo<br>Operativo<br>Total RD\$ |
|---------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| CLIMATIZACION                   | 2,306.85                               | 21000                                | 1.37%                            | 26,254.16                        |
| ILUMINACION                     | 1,317.62                               | 21000                                | 6.27%                            | 14,995.82                        |
| MOTORES                         | 12,758.88                              | 21000                                | 86.80%                           | 145,208.29                       |
| EQUIPOS DE OFI.                 | 462.58                                 | 21000                                | 1.18%                            | 5,264.63                         |
| CARGAS VARIAS                   | 4,154.06                               | 21000                                | 4.38%                            | 47,277.18                        |

**Tabla 4.6** Consumo y Costo Operativo Equipos de Oficina Fuente: Elaboración propia.

| Equipos de Cómputos | Cantidad<br>Equivalente PC<br>+ Printer | ENERGIA TOTAL<br>USADA KWh | COSTO<br>OPERATIVO<br>TOTALES RD\$ |
|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Monitor 17 watt     | 2                                       | 8.43                       | 95.96                              |
| Monitor 17 watt     | 3                                       | 12.65                      | 143.95                             |
| Monitor 40watt      | 2                                       | 19.84                      | 225.80                             |
| Monitor 40 watt     | 1                                       | 9.92                       | 112.90                             |
| Monitor 48 watt     | 1                                       | 11.90                      | 135.48                             |
| Monitor CRT 80 watt | 1                                       | 19.84                      | 225.80                             |
| Printer 53 watt     | 2                                       | 26.29                      | 299.18                             |
| Printer 20 watt     | 1                                       | 4.96                       | 56.45                              |
| Printer 635 watt    | 1                                       | 118.11                     | 1,344.20                           |
| Printer 20 watt     | 1                                       | 4.96                       | 56.45                              |
| Ptinter 600watt     | 1                                       | 111.60                     | 1,270.11                           |
| UPS 460 watt        | 1                                       | 114.08                     | 1,298.34                           |
|                     |                                         | 462.58                     | 5,264.63                           |

**Tabla 5.1** Consumo y producción mensual. Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Unidades<br>Prod/mes | Produccion en<br>Kg/mes | Consumo en<br>KWh/mes |
|---------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2011Mar | 4.019                | 123.883                 | 21.000                |
| ABR     | 2.388                | 73.609                  | 17.100                |
| MAY     | 1.017                | 31.348                  | 18.000                |
| JUN     | 1.454                | 44.819                  | 19.800                |
| JUL     | 1.705                | 52.556                  | 21.000                |
| AGO     | 1.558                | 48.024                  | 16.200                |
| SEP     | 1.479                | 45.589                  | 19.200                |
| Oct     | 0                    | 0                       | 19.500                |
| NOV     | 4.342                | 133.840                 | 19.800                |
| DIC     | 910                  | 28.050                  | 14.400                |
| 2012ENE | 418                  | 12.885                  | 16.200                |
| FEB     | 1.063                | 32.766                  | 19.200                |
| MAR     | 3.986                | 122.866                 | 19.200                |
| TOTAL   | 24.339               | 750.235                 |                       |

**Tabla 5.2** Factor de Potencia por mes. Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Factor de Potencia | Factor deseado |
|---------|--------------------|----------------|
| 2011Mar | 0,57               | 0,9            |
| Abr     | 0,58               | 0,9            |
| May     | 0,55               | 0,9            |
| Jun     | 0,55               | 0,9            |
| Jul     | 0,55               | 0,9            |
| Ago     | 0,48               | 0,9            |
| Sep     | 0,53               | 0,9            |
| Oct     | 0,51               | 0,9            |
| Nov     | 0,52               | 0,9            |
| Dic     | 0,49               | 0,9            |
| 2012Ene | 0,49               | 0,9            |
| Feb     | 0,51               | 0,9            |
| Mar     | 0,50               | 0,9            |

**Tabla 5.3** Recargos Bajo Factor de Potencia (BFP). Fuente: Elaboración propia.

| MES     | Recargo BFP   | Total de cargos |
|---------|---------------|-----------------|
| 2011Mar | RD\$46.569,60 | RD\$213.742,90  |
| Abr     | RD\$36.771,84 | RD\$177.588,44  |
| May     | RD\$45.738,00 | RD\$198.894,05  |
| Jun     | RD\$50.311,80 | RD\$222.332,36  |
| Jul     | RD\$53.361,00 | RD\$234.093,56  |
| Ago     | RD\$49.397,04 | RD\$195.281,60  |
| Sep     | RD\$51.575,04 | RD\$219.239,60  |
| Oct     | RD\$55.212,30 | RD\$225.054,86  |
| Nov     | RD\$54.624,24 | RD\$226.834,60  |
| Dic     | RD\$42.863,04 | RD\$175.869,40  |
| 2012Ene | RD\$48.220,92 | RD\$194.295,28  |
| Feb     | RD\$54.362,88 | RD\$222.217,24  |
| Mar     | RD\$55.756,80 | RD\$223.611,16  |



**Tabla 5.4** Factor de carga por mes. Fuente: Elaboración Propia.

| MES     | Factor de Carga |
|---------|-----------------|
| 2011Mar | 20,36%          |
| Abr     | 19,94%          |
| May     | 19,43%          |
| Jun     | 21,07%          |
| Jul     | 22,62%          |
| Ago     | 16,31%          |
| Sep     | 22,94%          |
| Oct     | 23,30%          |
| Nov     | 20,39%          |
| Dic     | 19,54%          |
| 2012Ene | 16,53%          |
| Feb     | 18,66%          |
| Mar     | 20,67%          |

**Tabla 5.5** Análisis Banco de capacitores. Fuente: Elaboración Propia.

|                          |                  |     |                                            |                  |       |
|--------------------------|------------------|-----|--------------------------------------------|------------------|-------|
| Pot prom                 | 125.49           | Kw  | Pot                                        | 125.49           | Kw    |
| Volt                     | 480              |     | Volt                                       | 480              |       |
| Raiz de 3 ( $\sqrt{3}$ ) | 1.73             |     | Raiz de 3 ( $\sqrt{3}$ )                   | 1.73             |       |
| cos Phi                  | 0.53             |     | cos Phi                                    | 0.98             |       |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| I                        | 285.14           | amp | I                                          | 154.21           | amp   |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| Relacion                 | 54%              |     | Recargo por factor de potencia en 12 meses |                  |       |
| % Ahorro                 | 46%              |     | Recargo promedio                           | 49,597.27        |       |
|                          |                  |     | Recargo Total                              | 595,167.23       |       |
| USD/kW prom              | 1.00             |     |                                            |                  |       |
|                          |                  |     | Pot Activa prom                            | 18,508.00        | KWh   |
| Costo Banco Capacitor    | 12,549.20        | USD | 20%                                        | 3,701.60         | KWh   |
| Tasa de Cambio           | 39.15            |     |                                            |                  |       |
|                          |                  |     | Ahorros Mensuales prom                     | RD\$91,725.02    |       |
| RD\$/KWh prom            | 11.38            |     |                                            |                  |       |
| Ahorro @ 25% prom        | RD\$42,127.75    |     | Payback                                    | 5                | meses |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| Ahorro Total             | RD\$1,100,700.24 |     | Ahorro Trabajo HFP/Anual                   | RD\$174,547.71   |       |
|                          |                  |     |                                            |                  |       |
| Ahorro Trabajo HFP       | RD\$14,545.64    |     | Total de Ahorros                           | RD\$1,275,247.95 |       |

**Tabla 5.6** Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia.

| Reducción de Emisión de CO2  | Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg) |
|------------------------------|------------------------------------|
| Por Ajuste de Temp A/A       | 108.92                             |
| Por luminarias               | 26.90                              |
| Por Ajuste de pantalla       | 26.78                              |
| Por Reingeniería del proceso | 230.10                             |
| <b>Total</b>                 | <b>162.60</b>                      |

**Tabla 6.1** Requerimientos técnicos para implementación de medidas. Fuente: Elaboración Propia

| Nombre de la empresa     |            | CILINDROS NACIONALES CXA                                                                            |                                                                       |
|--------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Área de estudio: Energía |            |                                                                                                     |                                                                       |
| Opción                   | No. Opción | Requerimientos Técnicos                                                                             | Disponibilidad de Adquisición                                         |
| AIRE ACONDICIONADO       | 1          | Se debe ajustar la temperatura de los A/A a una temperatura de confort, por un técnico calificado   | No hay adquisición de equipos                                         |
| LUMINARIAS               | 2          | Se debe realizar los cambios de tubos y bombillas, por un técnico calificado                        | Estos equipos son distribuidos en el país por las empresas nacionales |
| EQUIPOS DE OFICINA       | 3          | Se debe configurar los equipos de oficina a la modalidad de ahorro de energía                       | No hay adquisición de equipos                                         |
| Reingeniería de proceso  | 4          | Se debe reprogramar la producción reduciendo los trabajos de emergencia y trabajando fuera de punta | No hay adquisición de equipos.                                        |
| CORRECCION BFP           | 5          | Se debe instalar un baco de capacitores, por un técnico calificado                                  | Estos equipos son distribuidos en el país por empresas nacionales     |

**Tabla 6.2** Plan de acción para la implementación de las opciones de ahorro. Fuente: Elaboración propia.

| Nombre de la empresa: CILINDROS NACIONALES CXA |                       |                                                                                                                                   |              |             |
|------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| PLAN DE ACCION                                 |                       |                                                                                                                                   |              |             |
| Opción                                         | Responsable           | Observaciones                                                                                                                     | Fecha Inicio | Fecha Final |
| AIRE ACONDICIONADO                             | Alta dirección        | Elaborar plan comunicacional para promover esta iniciativa                                                                        | Julio        | Agosto      |
| LUMINARIAS                                     | Area de Mantenimiento | Identificar en el mercado local las luminarias que tengan las características necesarias para la iluminación de las oficinas.     | Julio        | Diciembre   |
| EQUIPOS DE OFICINA                             | Area de Mantenimiento | Preparar un programa de configuración de modalidad de ahorro para todos los equipos de las oficinas                               | Julio        | Julio       |
| Reingeniería de proceso                        | Area de Mantenimiento | Preparar un plan de trabajo para reducir el uso innecesario de equipos                                                            | Julio        | Agosto      |
| CORRECCION BFP                                 | Area de Mantenimiento | Cotizar en el mercado local los bancos de capacitores que tengan las características necesarias para la compensación de reactivos | Julio        | Diciembre   |

**Tabla 6.3** Inversión y ahorros por medidas implementadas. Fuente: Elaboración propia.

| Nombre de la empresa: CILINDROS NACIONALES CXA |                  |                         |                               |                   |                                                   |
|------------------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|
| Área de estudio: Energía                       |                  |                         |                               |                   |                                                   |
| Opción                                         | Inversión (RD\$) | Gasto Actual (RD\$/Mes) | Gasto de la opción (RD\$/Mes) | Ahorro (RD\$/Mes) | Beneficio ambiental anual reducción de CO2 (Ton)* |
| AIRE ACONDICIONADO                             | 0.00             | 26,254.16               | 19,953.16                     | 6,301.00          | 1.31                                              |
| LUMINARIAS                                     | 11,620.84        | 14,995.82               | 10,070.60                     | 4,925.22          | 0.32                                              |
| EQUIPOS DE OFICINA                             | 0.00             | 5,264.63                | 4,888.67                      | 375.95            | 0.32                                              |
| Reingeniería Proceso                           | 0.00             | 145,208.29              | 91,062.82                     | 54,145.46         | 8.37                                              |
| CORRECCION BFP                                 | 491,301.18       | 209,927.31              | 160,330.04                    | 49,597.27         | 2.76                                              |
| Total                                          | 502,922.02       | 401,650.21              | 286,305.30                    | 115,344.91        | 13.08                                             |

**Tabla 7.1** Ahorros conseguidos. Fuente: Elaboración propia

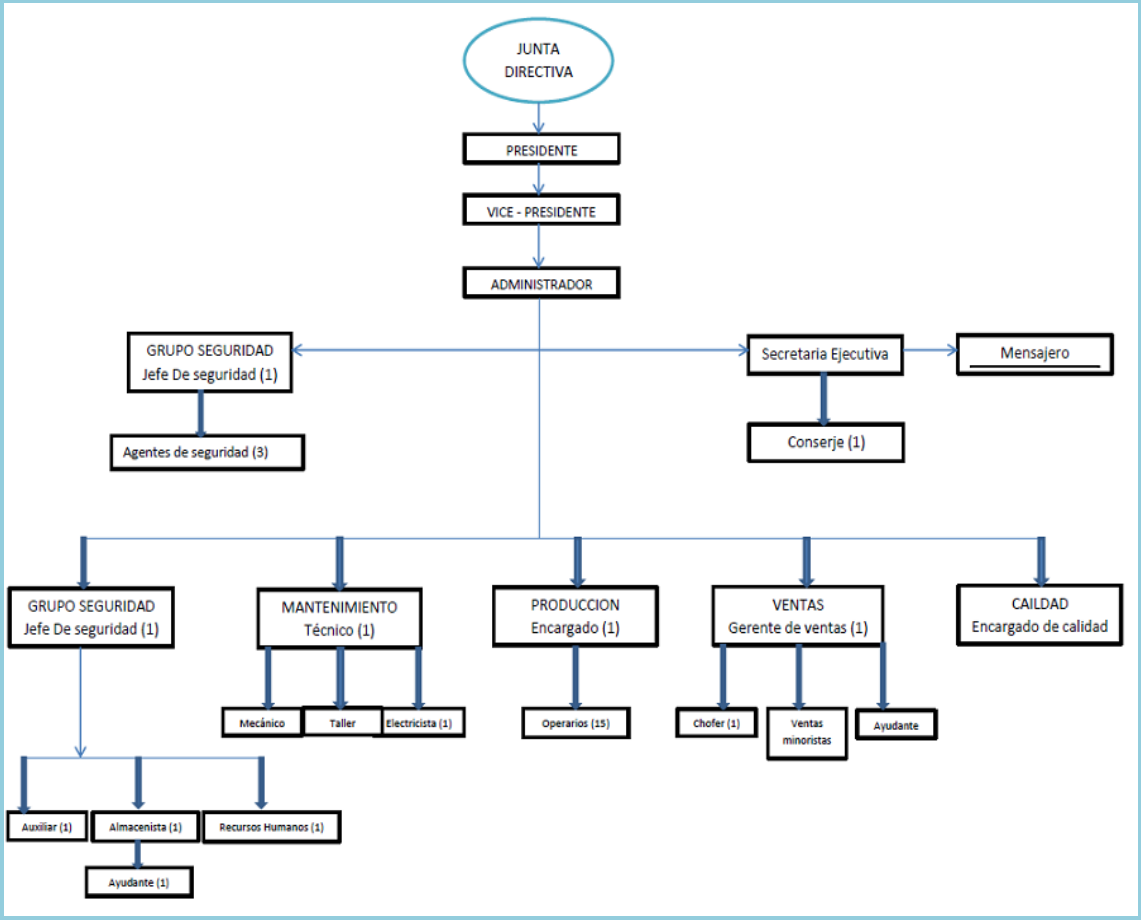
| <b>Programa</b>                                          | <b>Ahorro/<br/>Beneficio<br/>Económico</b> |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Gestión eficiente<br/>de la energía<br/>eléctrica</b> |                                            |
| <b>Aires<br/>acondicionados</b>                          | RD\$6,301.00                               |
| <b>Luminarias</b>                                        | RD\$4,925.22                               |
| <b>Equipos de<br/>oficina</b>                            | RD\$375.95                                 |
| <b>Reingeniería de<br/>proceso</b>                       | RD\$54,145.46                              |
| <b>Corrección BFP</b>                                    | RD\$49,597.27                              |
| <b>TOTAL</b>                                             | RD\$115,344.91                             |

**Tabla 7.2** Emisiones de CO2 evitadas. Fuente: Elaboración propia.

| Reducción de Emisión de CO2  | Emisiones Evitadas de CO2/Mes (Kg) |
|------------------------------|------------------------------------|
| Por Ajuste de Temp A/A       | 108.92                             |
| Por luminarias               | 26.90                              |
| Por Ajuste de pantalla       | 26.78                              |
| Por Reingeniería del proceso | 230.10                             |
| Total                        | 162.60                             |

# **ANEXO DE FIGURAS**

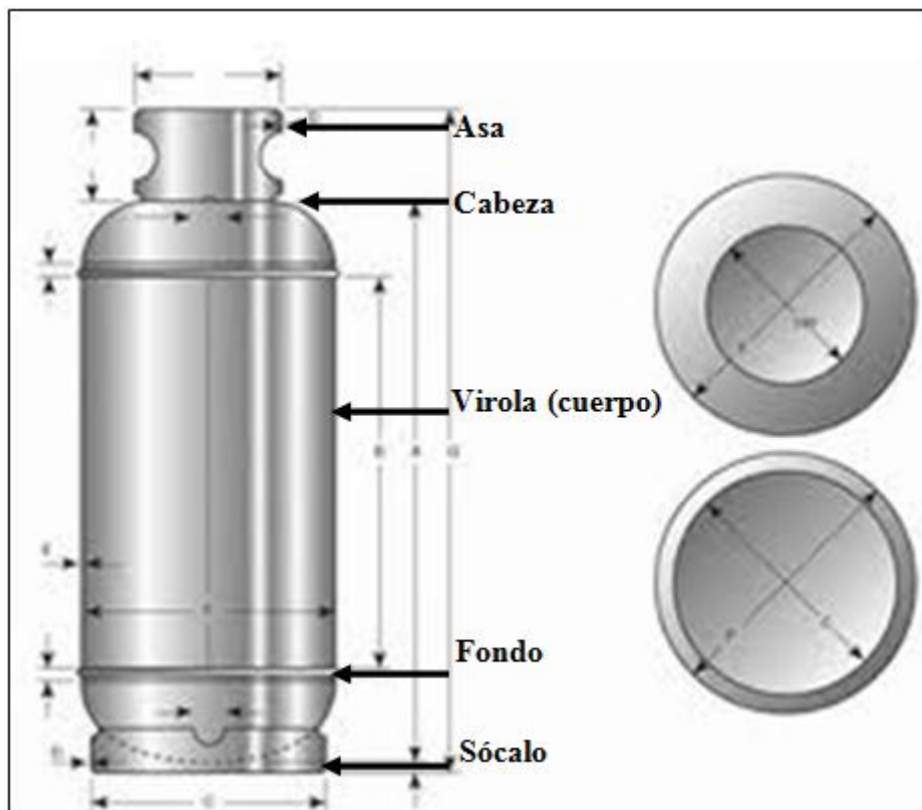
**Figura 1.1** Organigrama empresarial. Fuente: Proporcionado por la empresa Cilindros Nacionales.



**Figura 1.2** Cilindro para Gas.



**Figura 1.3** Esquema Cilindro para Gas

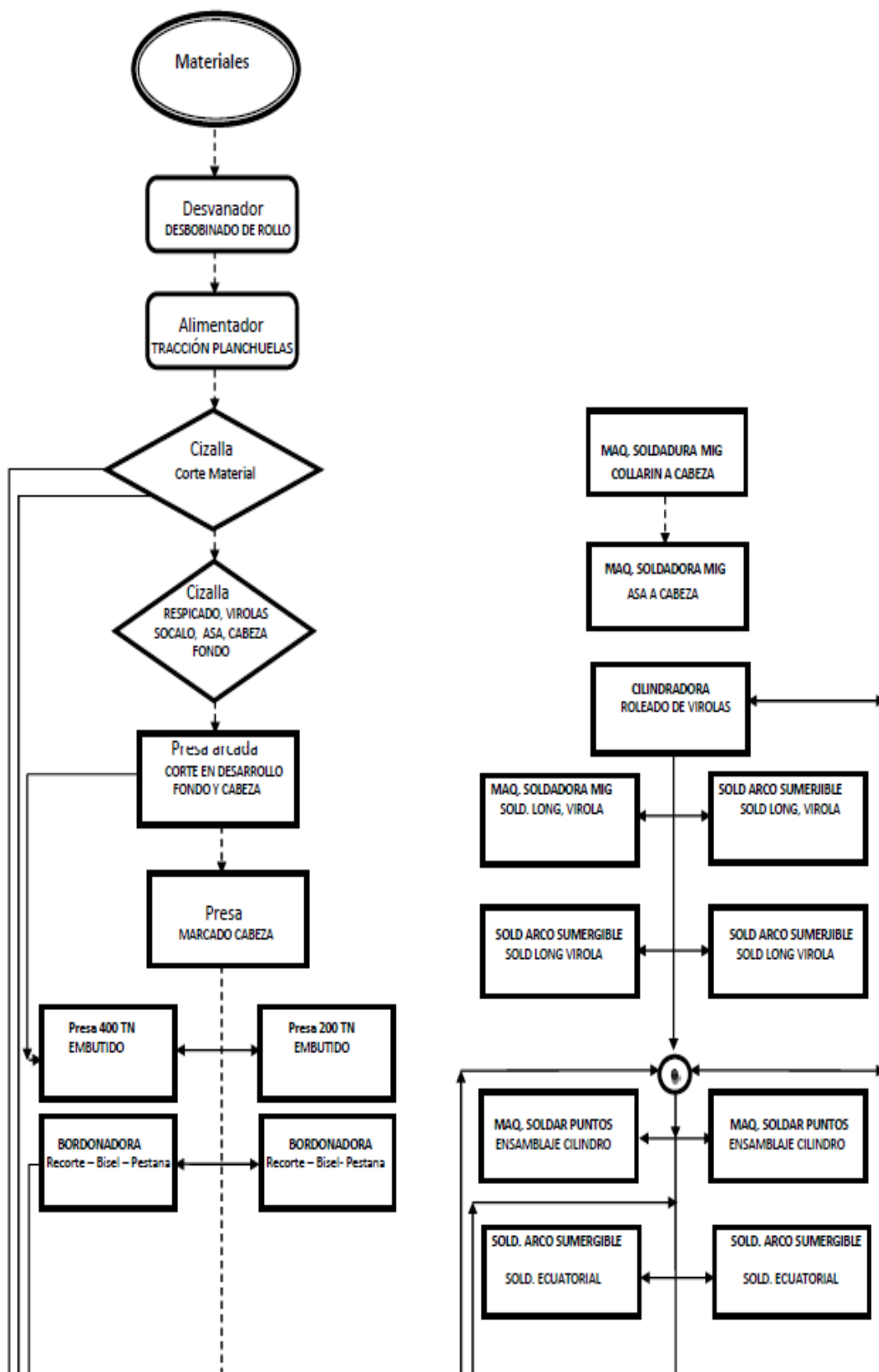


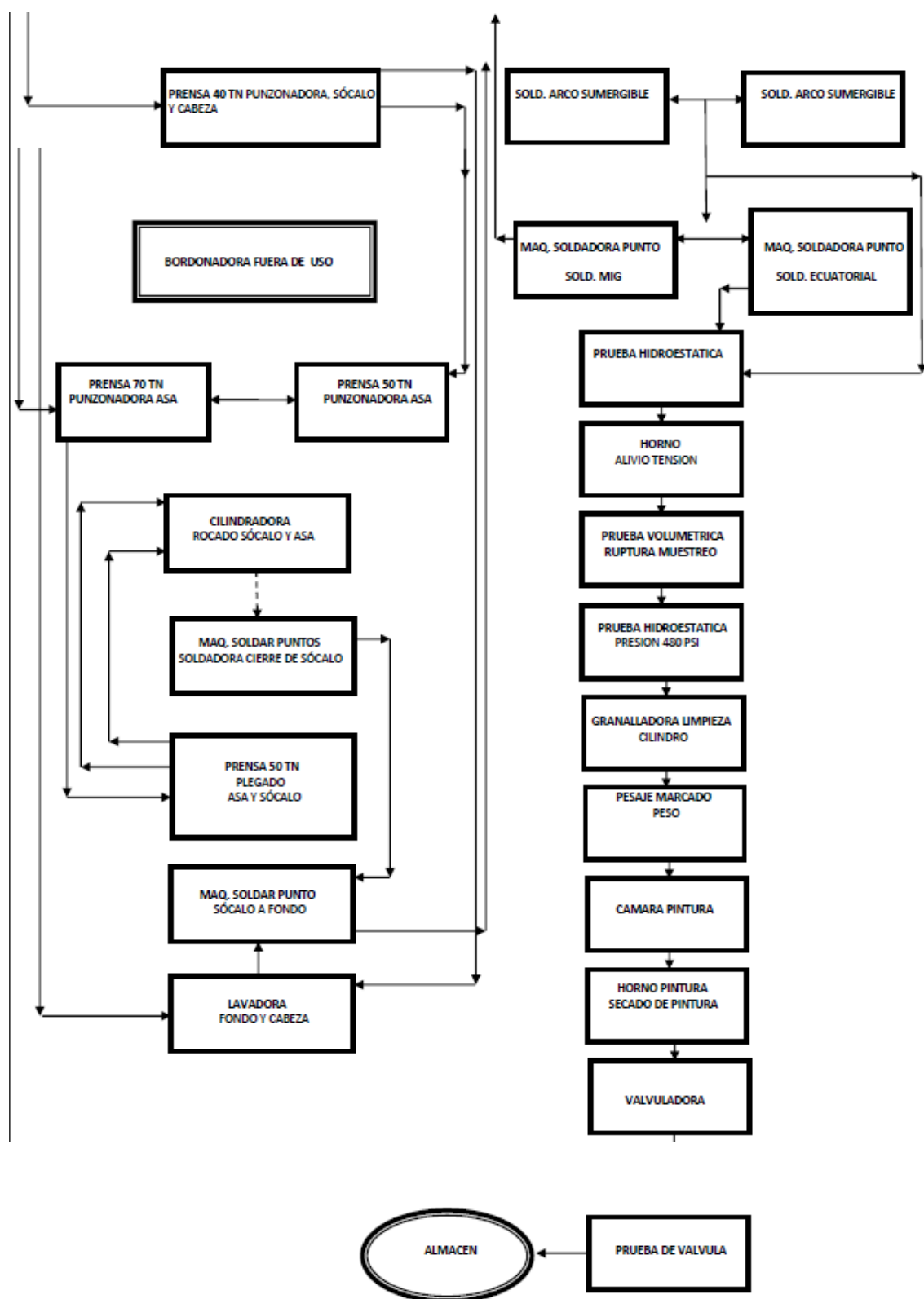


**Figura 1.4** Embalaje Cilindro para GLP.

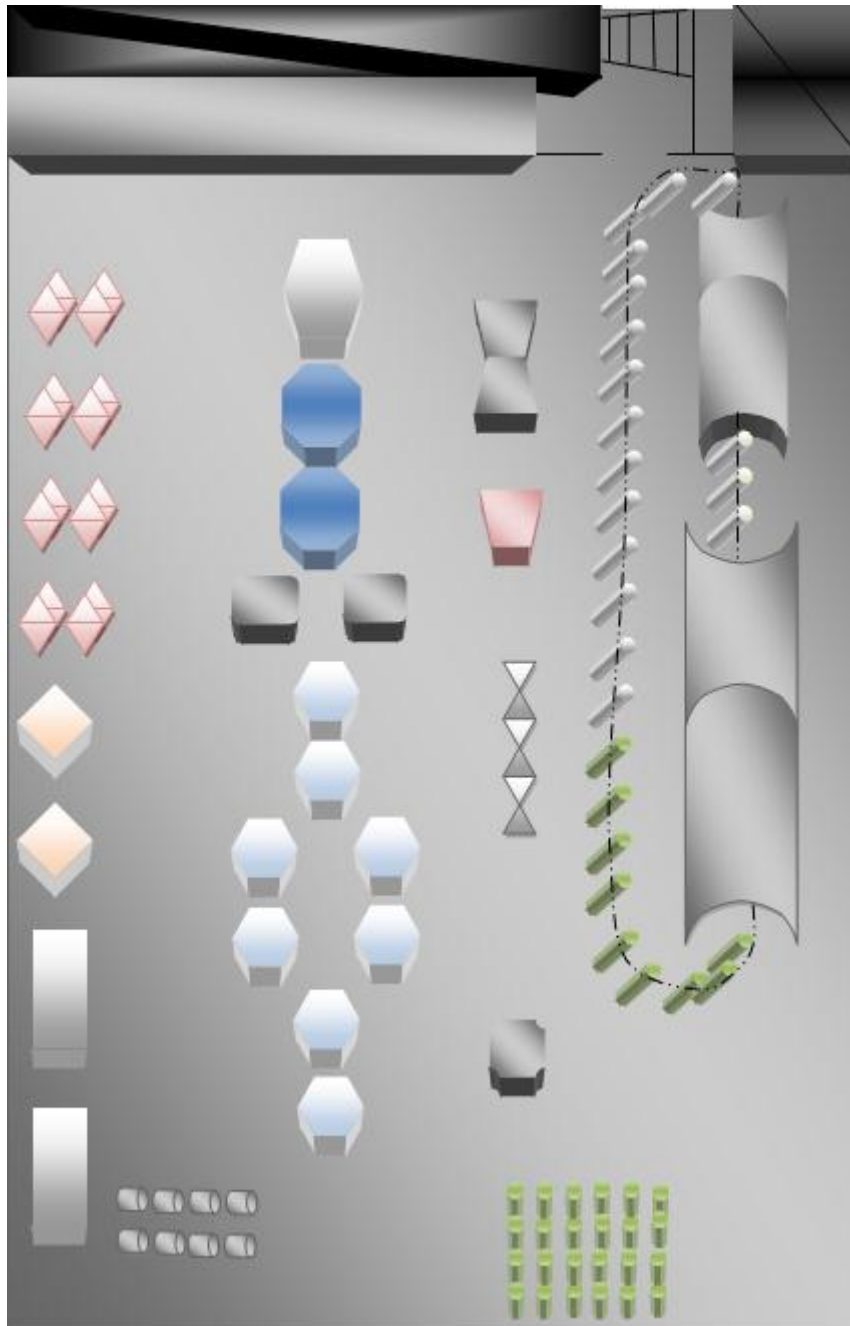


**Figura 1.5** Diagrama de flujo del proceso de producción. Fuente: Proporcionado por la empresa.

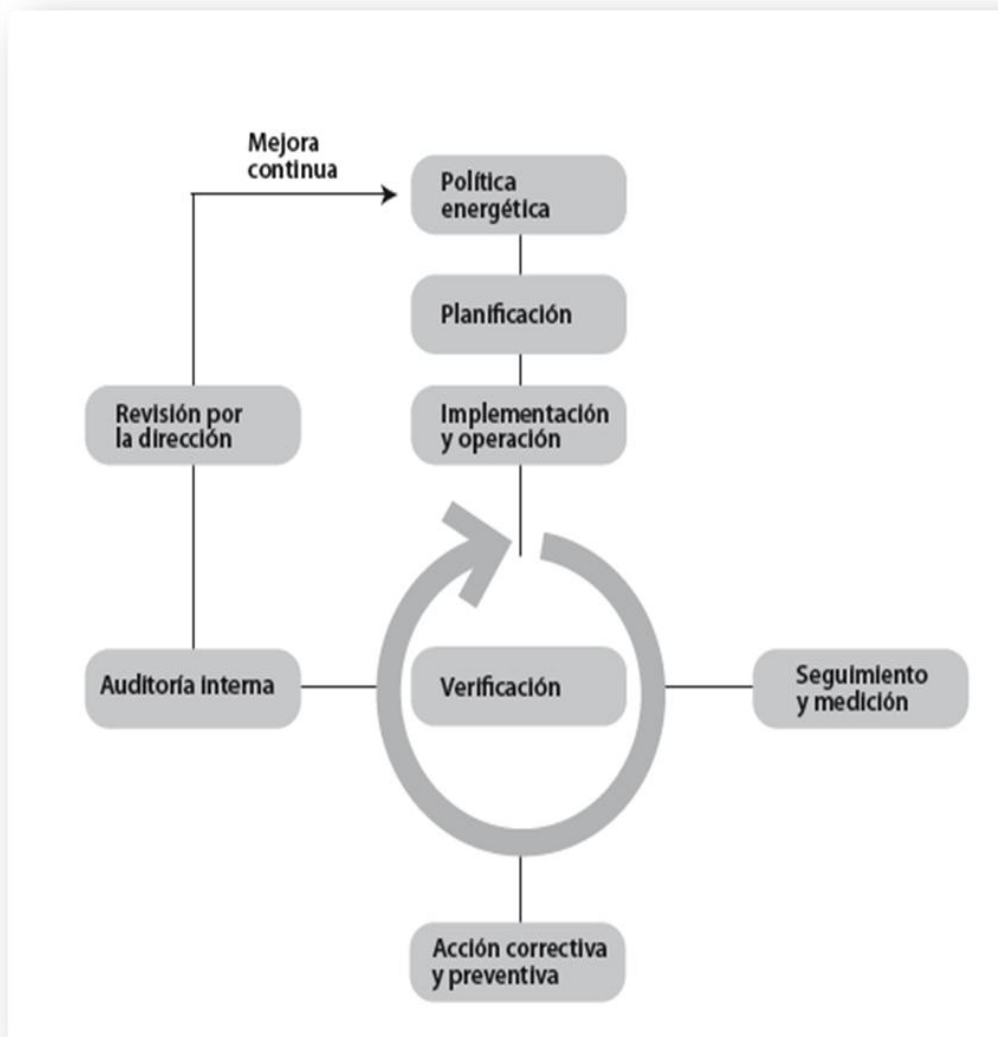




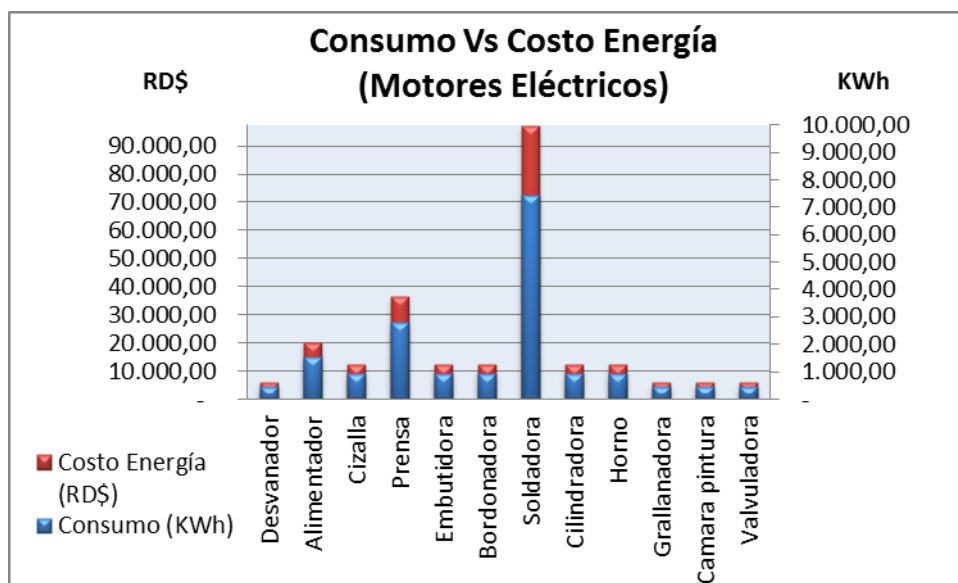
**Figura 1.6** Distribución física de la planta (Layout). Fuente: Elaboración propia.



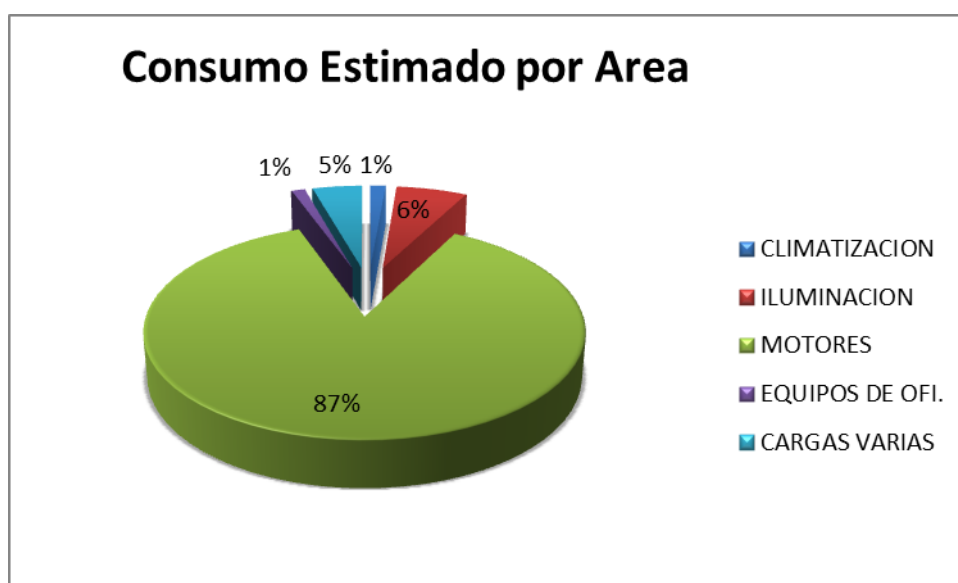
**Figura 3.1** Modelo de Sistema de Gestión Energética Fuente: Norma UNE-EN 16.001:2009.



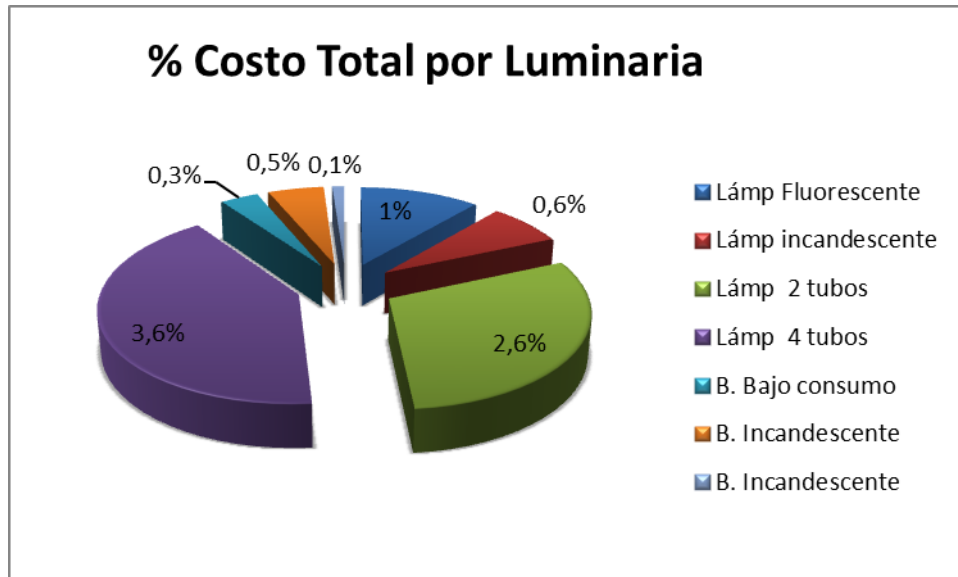
**Figura 4.1** Gráfico Consumo Vs Energía (Motores Eléctricos). Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.2** Grafico Consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.



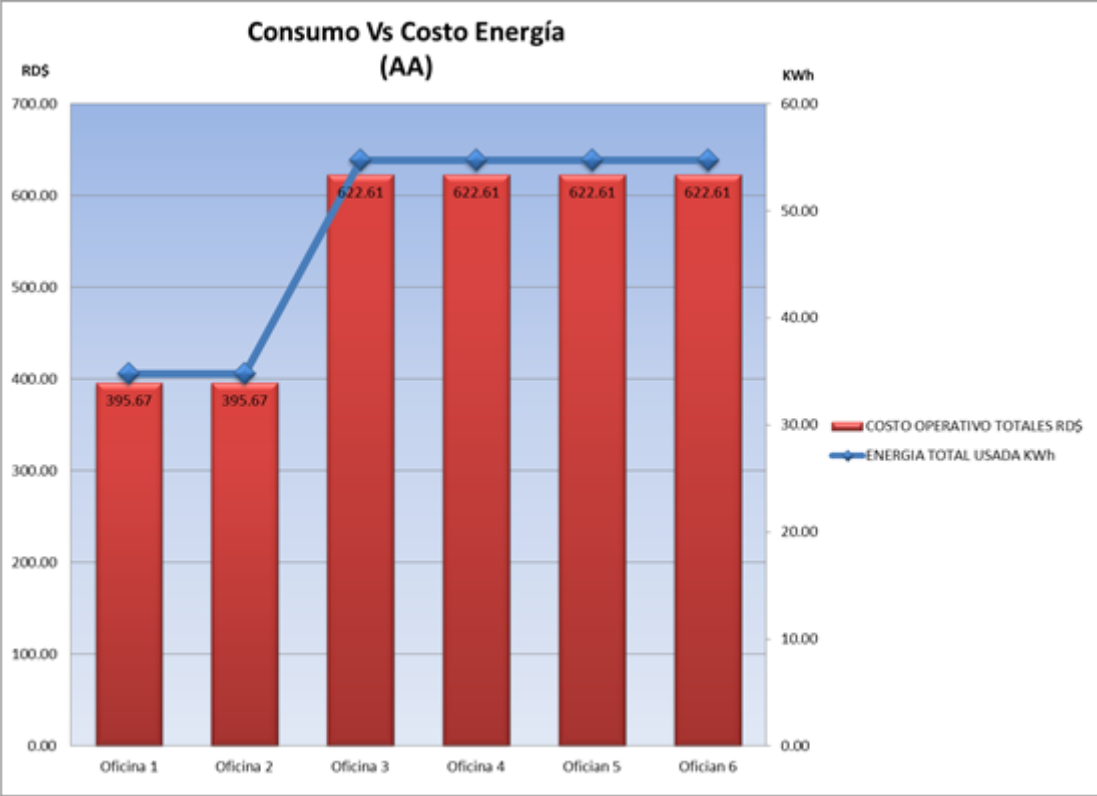
**Figura 4.3** Gráfico costo total por luminaria. Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 4.4** Gráfico consumo estimado por área. Fuente: Elaboración propia.

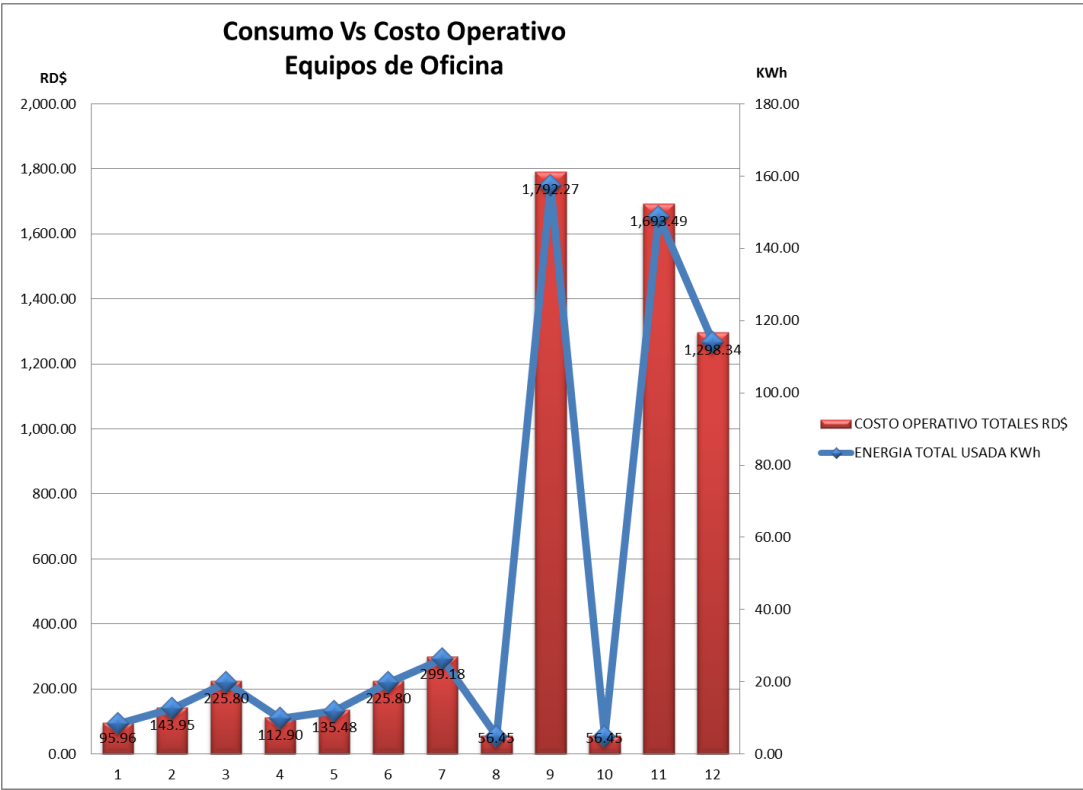


**Figura 4.5** Gráfico Consumo y Costo operativo por oficina: Fuente: Elaboración propia.

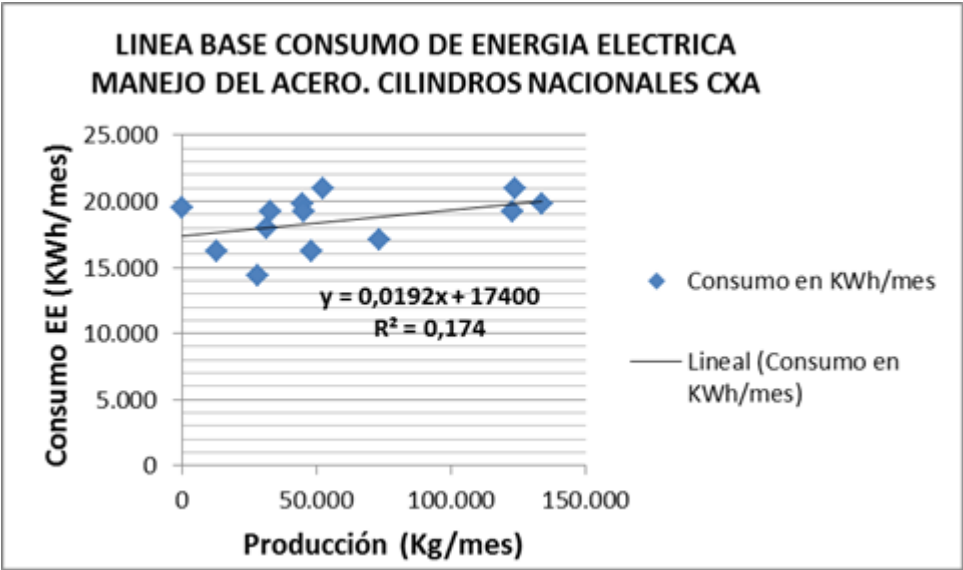




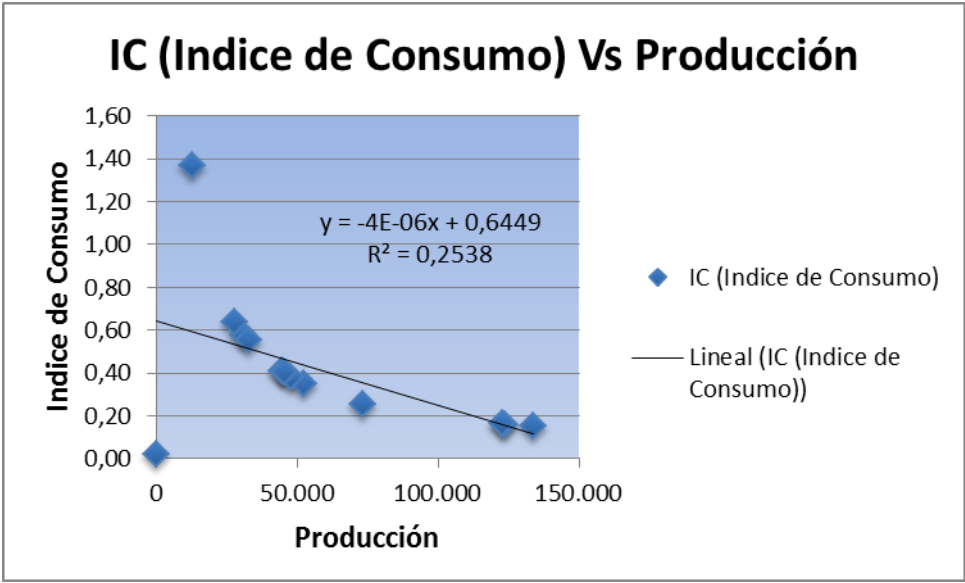
**Figura 4.6** Gráfico consumo y costo operativo equipos de oficina.  
Fuente: Elaboración propia.



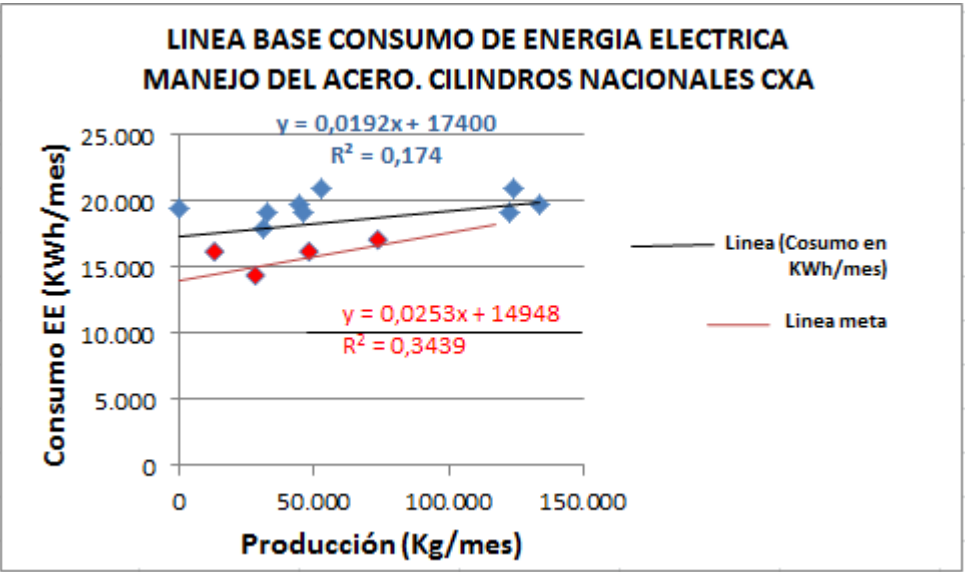
**Figura 5.1** Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero.  
Fuente: Elaboración propia.



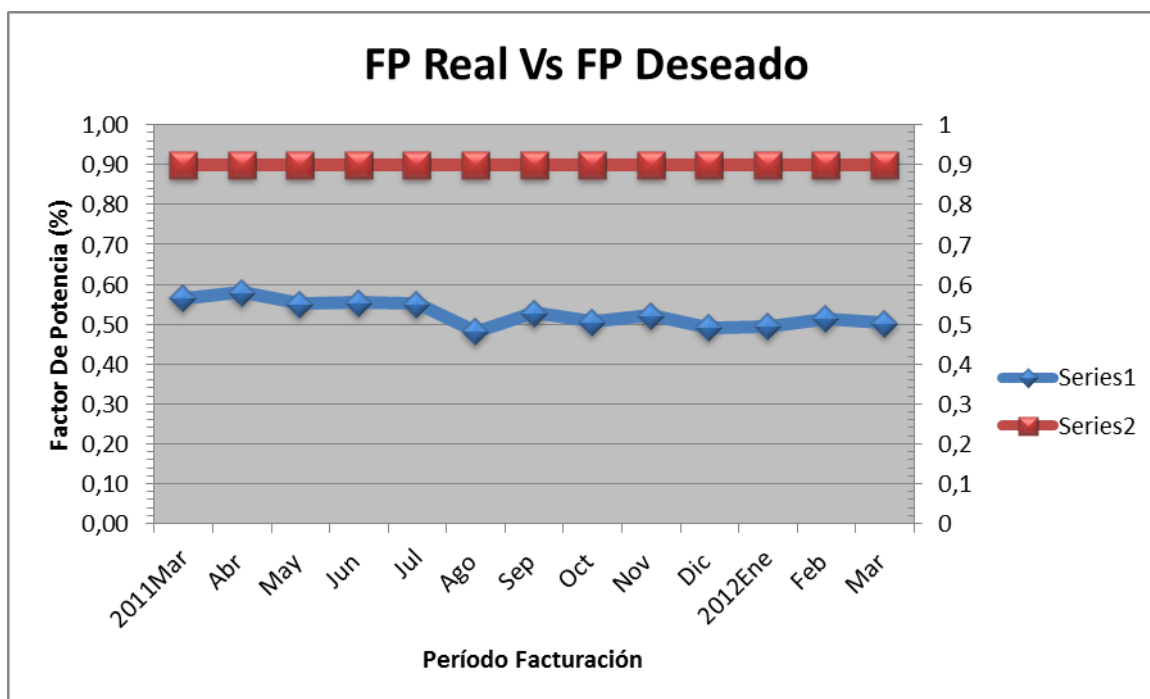
**Figura 5.2** Gráfico índice de consumo Vs Producción. Fuente: Elaboración propia.



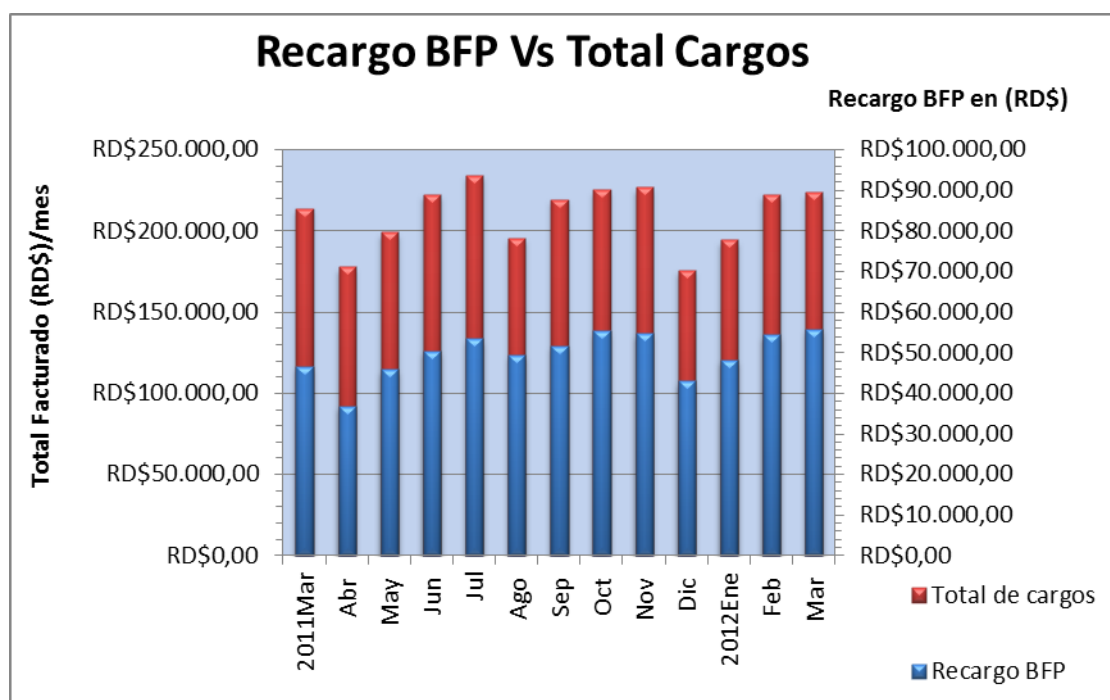
**Figura 5.3** Gráfico consumo energía eléctrica y manejo del acero. Fuente: Elaboración propia.



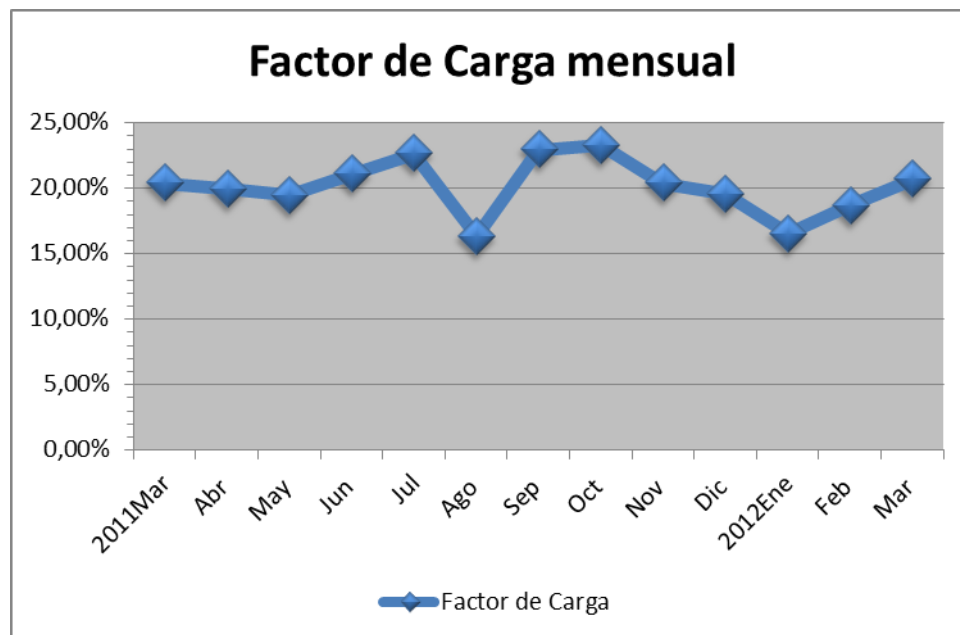
**Figura 5.4** Grafico Factor de potencia real Vs Factor de potencia deseado. Fuente: Elaboración propia.



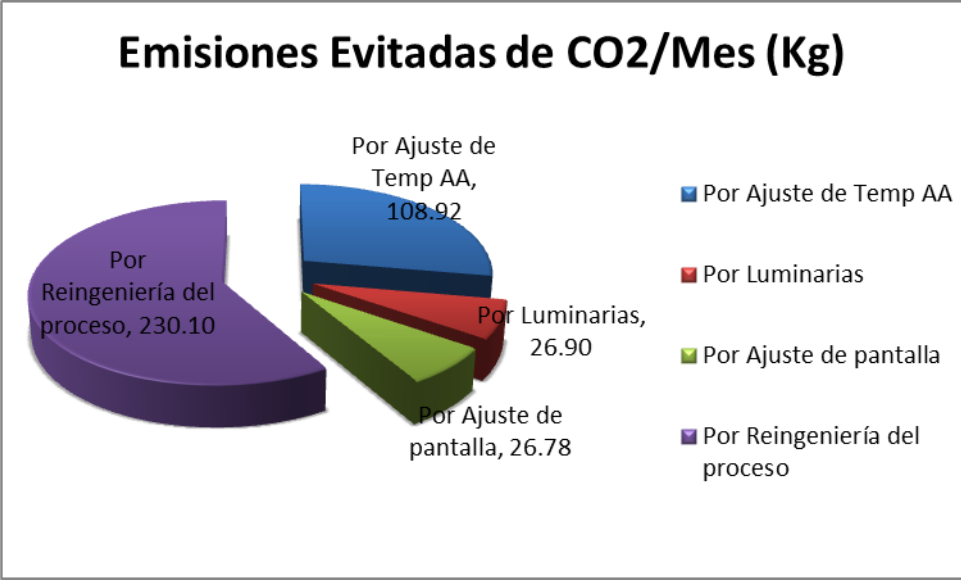
**Figura 5.5** Gráfico recargo Bajo Factor de Potencia Vs total de cargos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5.6** Gráfico factor de carga mensual. Fuente: Elaboración propia



**Figura 5.7** Gráfico emisiones evitadas de CO2. Fuente: Elaboración propia.



# **ANEXO FORMULARIO DE REUNIONES**

## FORMULARIO DE REUNION

HORA DE INICIO\_\_\_\_\_

HORA DE FINALIZACION\_\_\_\_\_

CONVOCADA POR\_\_\_\_\_

DIRIGIDA A\_\_\_\_\_

LUGAR\_\_\_\_\_

SITUACION ACTUAL\_\_\_\_\_

METAS A CUMPLIR\_\_\_\_\_

FIRMA DE LOS PRESENTES\_\_\_\_\_

# **ANEXO ENTREVISTA**



1. ¿Cuáles han sido los problemas energéticos que hallan sido significativos para la empresa? ***La facturación es muy alta y existen equipos que consumen mucha energía, y las instalaciones eléctricas tienen mucho tiempo.***
2. ¿Cuál es la razón por la que la empresa para totalmente la producción en octubre? ***Fueron por motivos de mantenimiento general de la planta y la poca demanda del producto.***
3. ¿Se debe a una planificación especial o una situación aislada? ***No siempre existe una demanda de estos productos en los últimos años hemos optado por distribuir en nivel de producción para no caer en la obsolescencia de nuestro producto.***
4. ¿Cómo considera el incremento en cuanto a la energía se refiere en el último año en la empresa? ***En el último año la factura se ha mantenido muy variable, la demanda ha sido un poco mas baja comparándola con niveles de años anteriores, pero considero que es muy alta vs la demanda de trabajo actual.***
5. ¿Qué mecanismos de ahorros de energía tiene implementado la fabrica? ***Se eliminaron lámparas de alto consumo que eran a alta presión de sodio es decir de 250 watts, se remplazaron por bombillos de bajo consumo de 250V a 80watts a 120 watts, también se desmantelo una maquina de soldar en arco y se adquirieron maquinas de soldar móviles de menor consumo para soldaduras menores para soldaduras transversales y longitudinales.***
6. ¿Con que frecuencia realizan mantenimiento a los equipos? ***Constantemente, pero casi siempre correctivo y una vez al año se calendariza un preventivo general***
7. ¿Los transformadores están conectados después de la acometida o antes? ***Están después de la acometida, y las conexiones están estrella-delta.***

8. ¿Cuándo se le cobra la potencia fuera de punta, es a partir de las 6:30pm o 5:00? ***Si nos cobran, desconozco cuanto es pero en la factura creo que lo dice.***
9. ¿Pro que razón laboran después de la 6pm? ***Pocas veces se queda alguien en la oficina terminando algo o quizás algún fin de semana que se viene a trabajar para completar una entrega a tiempo.***
10. ¿Alguna vez han sido evaluados energéticamente? ***Si por PROTECOM, y la misma EDESUR.***

# **ANEXO FOTOGRAFIAS DE LA PLANTA**

















