

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

La Incidencia de la Educación Técnica Aplicada al Uso Racional de la Energía en Procesos Industriales a Pequeña Escala

The Incidence of Technical Education Applied to the Rational Use of Energy in Small-Scale Industrial Processes

Omar López Delgado.

Facultad de Ingeniería Electromecánica, Escuela Tecnológica,
Instituto Técnico Central – ETITC, Bogotá D.C. – Colombia.

Correo: lopezdelgadoomar@yahoo.es, olopez@itc.edu.co

Recibido: 31/10/2018 – Revisado: 10/11/2018
Aceptado: 30/11/2018 – Publicado: 15/12/2018

Resumen: Los costos energéticos y el impacto ambiental que generan las empresas a pequeña escala industrial en su proceso de producción está estrechamente ligado a la tecnología de la maquinaria empleada para su producción, así como al saber hacer de la planta de personal en la operación, por ello al incluir en el área académica de la electricidad los conceptos de desarrollo sostenible ligados a la optimización y uso racional de la energía se incide puntualmente en la necesidad de la conversión de la maquinaria y la determinación de ¿Dónde cómo y porque se generan pérdidas y mayores consumos de energía? Con este propósito se diseñó una estrategia pedagógica participativa entre la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC), el grupo de investigación GISIE y los estudiantes de electromecánica, que consistió en seleccionar una pequeña empresa industrial de la ciudad de Bogotá, sugerida por La Asociación Colombiana de Micro Pequeñas y Medianas Empresas (ACOPI) en la que se realizó la medición y evaluación de parámetros eléctricos como herramienta para identificar fallas y sugerir propuestas técnicas de mejora, que a su vez se integran a la enseñanza para lograr un aprendizaje real y aplicable generando desarrollo sustentable.

Palabras clave: Educación para el desarrollo sostenible, eficiencia energética, parámetros eléctricos, optimización, desarrollo sustentable.

Abstract: The energy costs and the environmental impact generated by small-scale industrial companies in their production process is closely linked to the technology of the machinery used for their production, as well as to the know-how of the personnel plant in the operation, therefore By including in the academic area of electricity the concepts of sustainable development linked to the optimization and rational use of energy, there is a specific impact on the need for the conversion of machinery and the determination of where and how to generate losses and greater energy consumption ?.For this purpose, a

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

participatory pedagogical strategy was designed between the Technological School Central Technical Institute (ETITC), the GISIE research group and the electromechanical students that consisted of selecting a small industrial company from the city of Bogotá, suggested by the Colombian Association of Micro small and medium enterprises (ACOPI) in which the measurement and evaluation of electrical parameters was made as a tool to identify faults and suggest technical improvement proposals, which in turn are integrated into teaching to achieve a real and applicable learning generating development sustainable.

Keywords: Education for sustainable development, energy efficiency, electrical parameters, optimization, sustainable development.

1. Introducción

En la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central - ETITC, el Grupo de Investigación en Sistemas Integrales para Electromecánica (GISIE) en la línea de investigación de energía y cuyo enfoque se encamina a las mejoras en los procesos de producción y utilización de la energía, realizó el proyecto de investigación “ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN LAS PYMES”, el cual se enmarca en las Leyes de Uso Racional y Eficiente de la Energía - UPME (508 de 1999 Art. 4) [1], del Uso Racional de Energía - URE (Ley 697 de 2001 Art. 6 y 8) [2], el Plan de Acción Indicativo 2017-2022 para Desarrollar el PROURE (Resolución 180919 de 2016) [3] y el Decreto 2331 de 2007.

En la industria en la que se desarrollan actividades secundarias, es necesario adoptar los modelos de eficiencia energética para el funcionamiento de la maquinaria empleada en sus procesos, esto crea una relación directa entre la forma de producción de energía y el uso racional de la misma ya sea mediante la optimización o la disminución con nuevas formas de producción.

El mejoramiento en los sistemas de enfriamiento y congelación de alimentos hace parte de los desarrollos tecnológicos actuales, pero su impacto en la disminución de consumo y solo es medible cuando se usan en la industria, lo que hace urgente demostrar de manera comprobable los benéficos que este y otros cambios significan en la incidencia del costo de la energía por cada unidad fabricada. En Colombia las pequeñas y medianas empresas representaron el 35% del PIB y generan el 80 % del empleo, según el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). El sector industrial en la actualidad ocupa un 51% superando los sectores de comercio y servicios, y realizan actividades como producción de texto, muebles metálicos, edición e impresión, prendas de

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

vestir, productos de caucho y de plástico, sustancias y productos químicos, productos minerales no metálicos, alimentos y bebidas, cuero, calzado y marroquinería, entre otros. La ETITC, dentro de las pocas instituciones de educación superior en Colombia que dan la oportunidad de desempeño laboral del estudiante, por la facilidad de los horarios nocturnos y la combinación de Estudiantes y Docentes vinculados a la industria, especialmente a las PYMES, donde los futuros profesionales del área eléctrica y electromecánica cuentan con la formación para aplicar modelos del uso racional de la energía y se convierten en promotores de los cambios internos de las pequeñas y medianas empresas como profesionales del ramo, demostrando que en la medida en que se fortalezcan y actualicen en la academia y la aplicabilidad en la industria, los conceptos y postulados de los modelos energéticos en el que prima la eficiencia, y el uso racional, estos tendrán impacto en el desarrollo sustentable para cualquier región.

Para el desarrollo de este artículo se toma como ejemplo de estudio desarrollado entre estudiantes y docentes de la ETITC, vinculados al grupo de investigación GISIE, en el que se relaciona un sector industrial de alimentos de una empresa PYME, operaciones indispensables en la mayoría de los procesos de uso de la refrigeración y congelación alimentos para mantener en buenas condiciones las materias primas y el producto final. Para el caso con una capacidad promedio de 4.5 toneladas día, correspondiente a pequeño frigorífico de productos del mar en el que se requiere de cuartos de conservación y de congelados o cámara frigorífica donde se almacenan y conservan los productos en estado fresco para posteriormente ser distribuidos.

Con modelos sencillos de eficiencia energética basado en diagnósticos y mediciones de parámetros eléctricos los cuales permiten identificar altos consumos de energía, implementar acciones correctivas de bajo costo y mostrar que en industria a pequeña escala como el caso de estudio, y con la participación de estudiantes y docentes que imparten la educación técnica aplicada en instituciones de educación superior, se logra disminuir los consumos de energía en KWH (kilovatio hora), promover el uso racional de la energía y el desarrollo sostenible en países en vía de desarrollo.

2. La eficiencia energética en la pequeña y mediana industria

Las exigencias a nivel industrial de mayor productividad y eficiencia económica para competir en un mundo globalizado, con esquemas de libre mercado y los compromisos ecológicos a nivel mundial para reducir los problemas de cambio climático, la lluvia ácida y en general la contaminación, deben conducir a que los sistemas

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

energéticos sean más eficientes, limpios y flexibles, para conseguirlo es necesario que la academia a través de las instituciones de educación superior en trabajo conjunto con la industria conozca y maneje los datos energéticos, los costos de energía, los beneficios de la optimización del uso de la energía y la gestión para realizarlos en los procesos de producción y operación industrial.

Conocer dónde, cómo y por qué se generan los mayores consumos de kilovatio hora (KWH) en una pequeña o mediana empresa es importante, por la incidencia que tiene en la relación del costo de la energía versus el número de unidades fabricadas.

Uno de los propósitos al realizar un análisis de parámetros eléctricos escogiendo específicamente un frigorífico de la industria de alimentos, es implementar las bondades de la eficiencia energética, identificando fallas y desarrollando los correctivos necesarios en los procesos de producción, para llegar a la meta de los programas mundiales y lograr reducir el consumo de energía.

3. Procedimiento desarrollado en el estudio

Con un tiempo de ejecución del estudio de un semestre académico de 18 semanas, y con la ayuda de estudiantes y docentes del grupo GISIE de la ETITC y la empresa PYME seleccionada, FRESCOMAR de la ciudad de Bogotá, Colombia, se analizó la información energética de esta empresa, tomando los modelos de eficiencia energética, se plantearon las alternativas de modificación y/o actualización tecnológica apropiadas para presentárselas a la comunidad académica como una iniciativa educativa y a las empresas de conservación de alimentos para su implementación, teniendo en cuenta el tiempo de retorno de la inversión así como las posibilidades de acceder a los beneficios gubernamentales por desarrollar cambios en el uso de la energía y la incidencia que pueda tener en el desarrollo sustentable para el país.

Las siguientes son las fases de desarrollo del proyecto:

Fase 3.1. Visitas técnicas a la empresa seleccionada para obtener y consignar el diagnóstico energético, en fichas en las que se incorporan datos administrativos, el rango y el sector al cual pertenece, datos de producción, consumos generales de KWH (factura de consumo de energía), flujograma del proceso, registro fotográfico con la identificación y descripción general de los equipos y levantamiento del diagrama unifilar.

Fase 3.2. Realización de mediciones en campo en la empresa seleccionada, de los parámetros eléctricos de energía eléctrica, voltajes, corrientes, potencias, factores de potencia, y frecuencia; tomados con pinza amperimétrica, multímetro, y puntos calientes

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

con la cámara de termografía, para registrar las mediciones y analizar la información en una hoja calculo Excel.

Fase 3.3. Análisis de datos de la empresa seleccionada: observando las imágenes de la cámara de termografía y las mediciones de parámetros eléctricos de los equipos de medida, donde se identificaron los puntos donde existen fallas de tipo eléctrico y desperdicio de energía eléctrica.

Fase 3.4. Planteamiento de mejoras para la empresa seleccionada: tomando como base la información obtenida en el las fases anteriormente descritas, se realizaron propuestas de mejora en los equipos existentes haciendo uso de nuevas tecnologías de bajo costo, para análisis académico e implementación en la industria seleccionada.

Fase 3.5. Registro de resultados y evaluaciones:

- Se presentó a la ETITC, a través de seminarios programados en la misma institución la evaluación del posible impacto en la implementación del estudio en la educación técnica, con lo cual se generó un proyecto de investigación en curso con el grupo GIOPI.
- Se presentó a la empresa FRESCOMAR los resultados del estudio, y esta implemento las soluciones propuestas, se está a la espera de la evaluación de resultados.
- Se presentó el estudio tipo a ACOPI para el posible desarrollo en otras empresas PYMES del sector de alimentos.

4. Descripción del caso de estudio

Para este estudio se tomó referencia una planta de almacenamiento y distribución de productos frescos de mar (FRESCOMAR) en la que se identificaron las siguientes condiciones en el proceso:

- ✓ Tiempo de funcionamiento: 24 horas/día.
- ✓ Presencia personal: 8 horas/día.
- ✓ Número de personas: 2.
- ✓ Disposición de los productos: en canastas.
- ✓ Motores en el interior acoplados a 2 ventiladores de ¾ HP c/u.
- ✓ Lámparas de iluminación: 4 de 40 W, en servicio las 24 horas/día.
- ✓ Producto: pescado y mariscos.
- ✓ Temperatura exterior: 15°C.
- ✓ Humedad relativa exterior: 60%

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

- ✓ Temperatura interior: -20°C.
- ✓ Humedad interior: 90%
- ✓ Dimensiones primer nivel: (2 m * 3.50 m * 5 m).
- ✓ Dimensiones segundo nivel: (2.50 m * 3.50 m * 5 m).
- ✓ Entrada diaria de producto: 500 Kg.
- ✓ Temperatura de entrada: -1°C.
- ✓ Coeficiente de transmisión media de paredes, techo y suelo: $0,29 * 10^{-3}$ KW/m² ° C

4.1. Diagnóstico

Para analizar las condiciones actuales del proceso se toma en cuenta la caracterización de la empresa y de los equipos que se emplean para el funcionamiento, el flujograma de operaciones, el diagrama unifilar del sistema de refrigeración, para analizar las condiciones de funcionamiento. También se realizan mediciones eléctricas para estimar consumos y determinar puntos críticos.

En la figura 1 se presenta el flujograma de operación del frigorífico, en las fotos 1,3 se presenta los equipos utilizados en la empresa estudiada.



Figura 1. Diagrama unifilar y Flujograma del proceso.

Equipos de Refrigeración y Congelación, Fuente autor



López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

Foto1. Evaporador 24000BTU



Foto 2. Ventilador Evaporador



Foto.3 Compresor Copeland de 5HP.

4.2. Mediciones en campo

En la foto 4 se registra la medida de corriente tomada con una pinza amperimétrica en el tablero de alimentación del frigorífico, (18.5 A).



Foto 4. Medida con pinza amperimétrica Elaboración propia

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

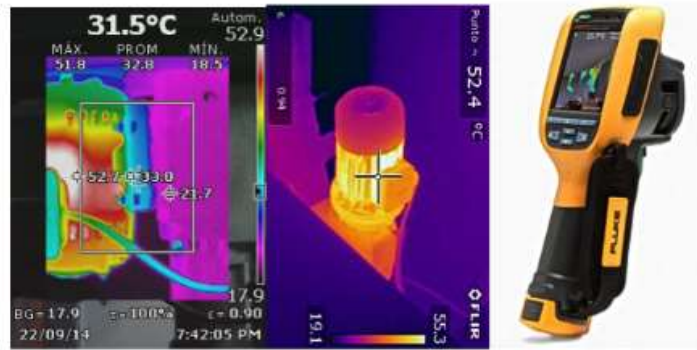


Foto5. Imágenes de la cámara de termografía.

En la foto 5 se observan las temperaturas registradas con la cámara de termografía en uno de los ventiladores del frigorífico, (52 °C máxima, 32.8°C promedio y 18,5 °C mínima)

5. Análisis de resultados

En la tabla 1 se muestran los parámetros eléctricos analizados y las mediciones en campo, donde se registra el tiempo de utilización de los equipos, el nivel de tensión a los que están conectados, las corrientes, las potencias y la energía consumida. Se evidencia que 5.096,88 KWH es la energía total consumida para el proceso de refrigeración y congelación de productos del mar, y los puntos críticos que generan mayor consumo se encuentran en las resistencias, el motor del evaporador y el motor del compresor.

6. Planteamiento de mejoras

Tabla 1. Cuadro resumen de toma de datos parámetros eléctricos del frigorífico

Tipo de Equipo	Cantidad	Tiempo de Utilización (horas)	Potencia Activa (KW)	Potencia Inactiva (KVAR)	Energía Consumida (KWH)	Factor de Potencia	Tensión Nominal	Corriente Nominal
Resistencias evaporador	1	720	1,6	0	1152,00	1	220	4,19
Motor del ventilador evaporador	2	720	1,122	2,13	807,84	0,85	220	2,94
Motor compresor	1	720	3,74	7,11	2.692,80	0,85	220	9,78
Motor ventilador compresor	1	720	0,561	1,07	403,92	0,85	220	1,47
Lámparas fluorescentes	4	252	0,16	0,37	40,32	0,9	127	1,26

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

Totales mes 7,183 10,68 5.096,88

Tabla 2. Equipos recomendados para optimizar el consumo de la energía eléctrica en el frigorífico y costos de inversión por la compra de estos equipos.

Equipo	Cantidad de equipos	Componente tecnológico	Tiempo de utilización (HR/mes)	Corriente (A)	Potencia activa (KW)	Potencia reactiva (KVAR)	Energía consumida (KWH)	Optimización ahorro (KWH)	Precio Inversión con IVA (\$)
Resistencias evaporador	1	Cambio del evaporador.	720	7,2	1,2	0,00	864,00		
Motor del ventilador evaporador	2	Resistencia y ventiladores	720	1,6	0,374	0,44	269,28	557,28	5'452.000,00
Motor compresor	1	Cambio del motor del compresor	720	9,8	2,244	2,64	1.615,68	1.077,8	870.000,00
Motor ventilador compresor	1	Cambio del motor del condensador	720	1,47	0,374	0,44	269,28	134,64	280.000,00
Lámparas fluorescentes	4	Cambio de lámparas T8 por T5	252	0,69	0,088	0,10	22,18	18,14	152.000,00
Otras Soluciones tecnológicas				Totales	4,28	3,62	3.040,42	1.787,86	
Control	1	Válvula de expansión electrónica	720				10% de ahorro	304,04	2'216.000,00
Total KWH mes								2.091,90	
Costo componente tecnológico									8'970.000,00
Costo adecuación y montaje									2'242.000,00
Costo total componentes tecnológicos									11'212.500,00

Las soluciones técnicas para el ahorro energético y económico se observan en la tabla 2, donde se planteó la conversión de equipos para optimizar el consumo de energía en el frigorífico. Con este planteamiento se puede disminuir el consumo de potencia de 7.18 KW (tabla 1.) a 4.28 KW y de 5.096,88 a 3.040 KWH de consumo energía eléctrica al mes (tabla 3), lo que significaría un ahorro del consumo energético de 2.092 KWH correspondiente al 59% y una inversión de once millones doscientos doce mil quinientos pesos (\$11.212.500).

Tabla 3. Datos de optimización del consumo de la energía eléctrica.

KMW – Mes/Costo (\$ colombianos)	Valor KW/Mes	Valor KWH/Año
Costo KWH para PYME	\$ 510,00	6.120,00
Consumo antes KWH	5.096,88	61.162,56
Costo consumo antes (KWH)	\$ 2'599.408,80	\$ 31'192.905,60
Ahorro por Optimización KWH	2.091,90	25.102,82
Ahorro consumo KWH	3.004,98	36.059,74
Valor del Ahorro	\$ 1'532.538	\$ 18'390.467,81

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

Costo de la inversión	\$ 11'212.500,00	
Número del PYMES con refrigeración en Bogotá	104	3'250.213,04

Con las mejoras propuestas, la empresa estudiada podría obtener un ahorro económico de un millón ciento diez mil trescientos treinta y nueve pesos (\$1.532.538) mensual teniendo en cuenta el valor del KWH regulado por la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) [5] para las PYMES y Diez y ocho millones trescientos noventa mil cuatrocientos sesenta y siete pesos (\$18.390.467) anual. Además, la inversión podrá ser recuperada en 7.3 meses con el solo ahorro en el pago de la factura mensual (tabla 3). Según la Asociación Nacional de Instituciones Financieras – ANIF [6], en la ciudad de Bogotá, existen aproximadamente 104 PYMES del sector industrial de alimentos, esto llegaría a significar un ahorro de 3,750 GWH en un año.

Tabla 4. Reducción de emisión de CO2 a la atmósfera.

Reducción de Emisión de CO ₂ a la atmósfera	KWH/Mes	Kilogramos de CO ₂ /Mes	Kilogramos de CO ₂ /Año	Generación Térmica en Colombia 31%
Consumo sin optimización	5.096,88	3.965,37	47.584,47	14.751,19
Consumo con Optimización	3.040,42	2.365,44	28.385,32	8.799,45
Reducción de CO ₂	2.056,46	495,98	5.951,74	5.951,74

Fuente: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html>

Nota: [EPA] Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (0,778 kg de CO₂ por KWH generado)

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA [9.7], que indica que se produce 0,778kmg de CO₂ por KW generado con proceso térmico de combustión, lo que significa que para la empresa en estudio, se reduciría la emisión de CO₂ a la atmósfera en 496 kgr de CO₂ al mes, y 5.95 toneladas anuales, equivalente a un 40%, teniendo en cuenta que la generación de energía eléctrica en Colombia es del 31 % correspondiente al parque térmico según la Unidad de Planeamiento Energético (UPME) [9.1],(tabla 5).

7. Discusión

Para generar un impacto positivo en la educación técnica, y en las empresas PYMES de la ciudad de Bogotá, es necesario que el conocimiento adquirido en las aulas se traslade de manera práctica y objetiva a los escenarios de producción, donde ésta aplicación genere la interacción entre la academia, la empresa y el estado, necesario para desarrollar el nuevo marco para la competitividad industrial y desarrollo sostenible; en donde los estudiantes sean el eslabón que integra al Estado en su normativa, y a las instituciones de educación superior

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

con la pequeña y mediana empresa; que de esta manera se pueda acceder con facilidad al acompañamiento de profesionales investigadores que actúan como tutores de los jóvenes que hacen parte tanto de la academia como de la empresa; y así, brindar la herramienta de estudio que permita medir la eficiencia energética, utilizando para ello parámetros eléctricos de fácil medición.

8. Conclusiones

- ✓ En el entorno actual en Colombia, las instituciones de educación superior y las empresas PYMES constituyen un aporte fundamental para el desarrollo del país por eso para alcanzar niveles significativos de sustentabilidad energética es determinante que los procesos de operación y producción lleguen al mayor nivel posible de eficiencia.
- ✓ Incluyendo en las áreas académicas de la electricidad y la electromecánica, impartidas en las instituciones de educación superior con experiencias pedagógicas actuales, los estudiantes tendrán la capacidad de afianzar y avanzar en los conceptos de sustentabilidad y eficiencia energética, y para los estudiantes que laboran en las empresas PYMES, será de aplicabilidad inmediata y para el desempeño de los futuros profesionales en su saber hacer laboral, producirá cambios medibles de disminución de consumo de energía aplicando modelos sencillos como en el presentado en este artículo.
- ✓ El diagnóstico energético y la medición de parámetros eléctricos en las industrias PYMES, permite corregir fallas y tomar decisiones apropiadas en el tema de eficiencia energética, relacionadas con la conversión de maquinaria y/o adquisición de nuevos equipos, modificaciones tecnológicas sencillas de los sistemas eléctricos que alimentan los procesos de operación y producción de estas Empresas industriales, en pro de un menor consumo y uso eficiente de la energía utilizada.
- ✓ Con investigaciones como esta, se demuestra que con un estudio conjunto entre la academia con la participación de docentes Investigadores y estudiantes que apropiaron el conocimiento adquirido y se desempeñan laboralmente en las empresas industriales PYMES, se demuestra que con soluciones técnicas sencillas como el estudio de caso, donde se propone la conversión de equipos de refrigeración y congelación de alimentos, con inversiones de bajo costo, se generan reducciones de consumo de energía eléctrica considerable, que beneficia tanto administrativamente a los sectores de la

López-Delgado, O. (2018). La incidencia de la educación técnica aplicada al uso racional de la energía en procesos industriales a pequeña escala. *CITED Journal*, 1(1), 39-51.

producción como el impacto ambiental y el desarrollo sustentable para las regiones, que se evidencian con el análisis de resultados.

Referencias bibliográficas

URE, (2001). *Uso Racional de Energía Ley 697 de 2001 Art. 6 y 8*. Colombia, Recuperado URE. [En línea] 22 de junio de 2018.

Ministerio de Minas y Energía. (2017). Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes no Convencionales - PROURE. Recuperado, *MinMinas*. [En línea] 31 de mayo de 2017. [Citado el: 15 de Diciembre de 2017.]

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Anex-Resol-Proure-Plan-Accion-01-06-2017.pdf>.

República de Colombia. (2017). Decreto 2331 de 2017 Art.6, lit. j. Por la cual se adoptan Metas Ambientales. Resolución 1988 del 28 de septiembre de 2017.

Ministerio de Minas y Energía. (2016). Colombia Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. Resolución 051 de 2016.

ANIF. (2016). La Gran Encuesta PYMES. Asociación Nacional de Estudios Financieros - ANIF. [En línea] 1er. Semestre de 2016. [Citado el: 12 de diciembre de 2016.]

Recuperado

http://anif.co/sites/default/files/uploads/Gran%20Encuesta%20Pyme%202016-L_3.pdf. ISSN 1909-4175.

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Reducción de emisión de CO2 a la atmósfera. *EPA* –(2017). [En línea] [Citado el: 18 de diciembre de 2017.] recuperado <http://www.epa.gov/espanol/cambioclimatico/ciencia/causas.html>.

Schalleberg R. Julieta C. 2008. Energías Renovables y Eficiencia Energética. Instituto Tecnológico de Canarias S.A. Primera Edición. ISBN 978-84-69963-86--3